This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

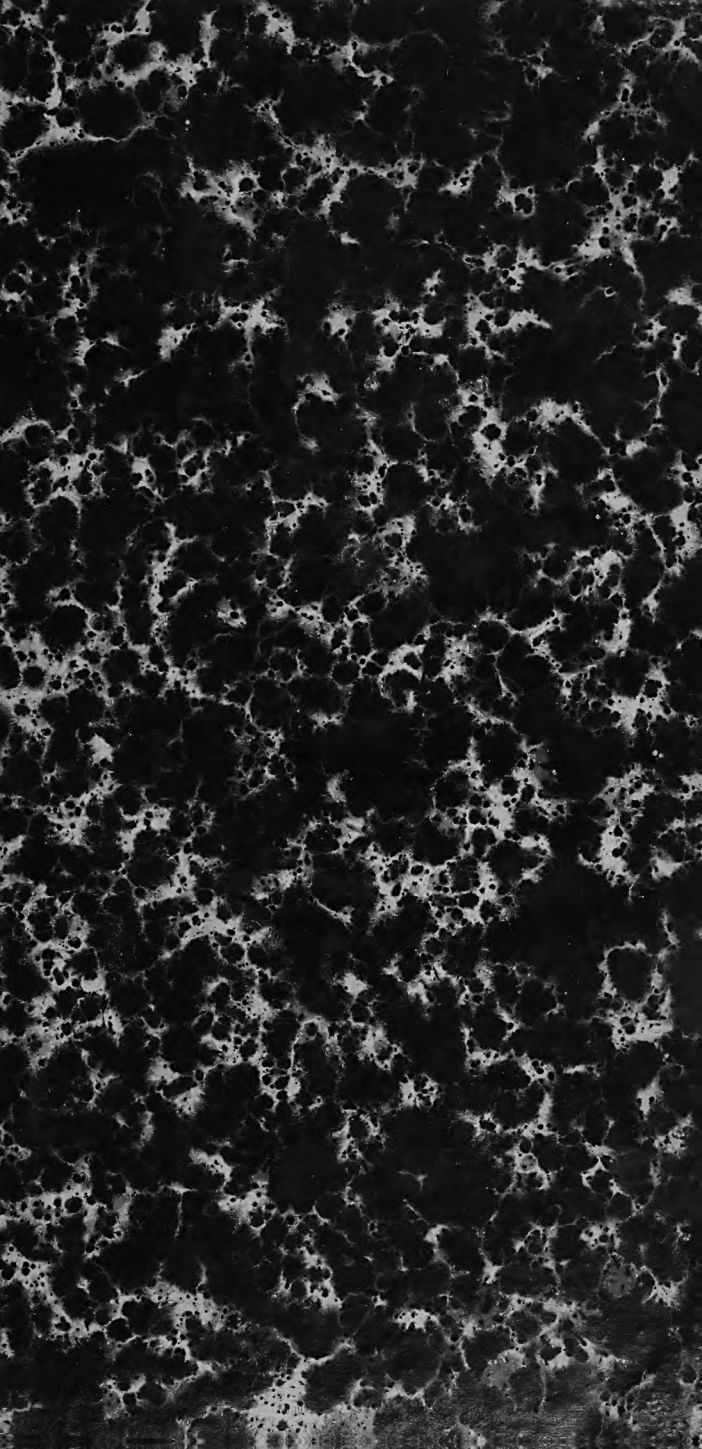
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

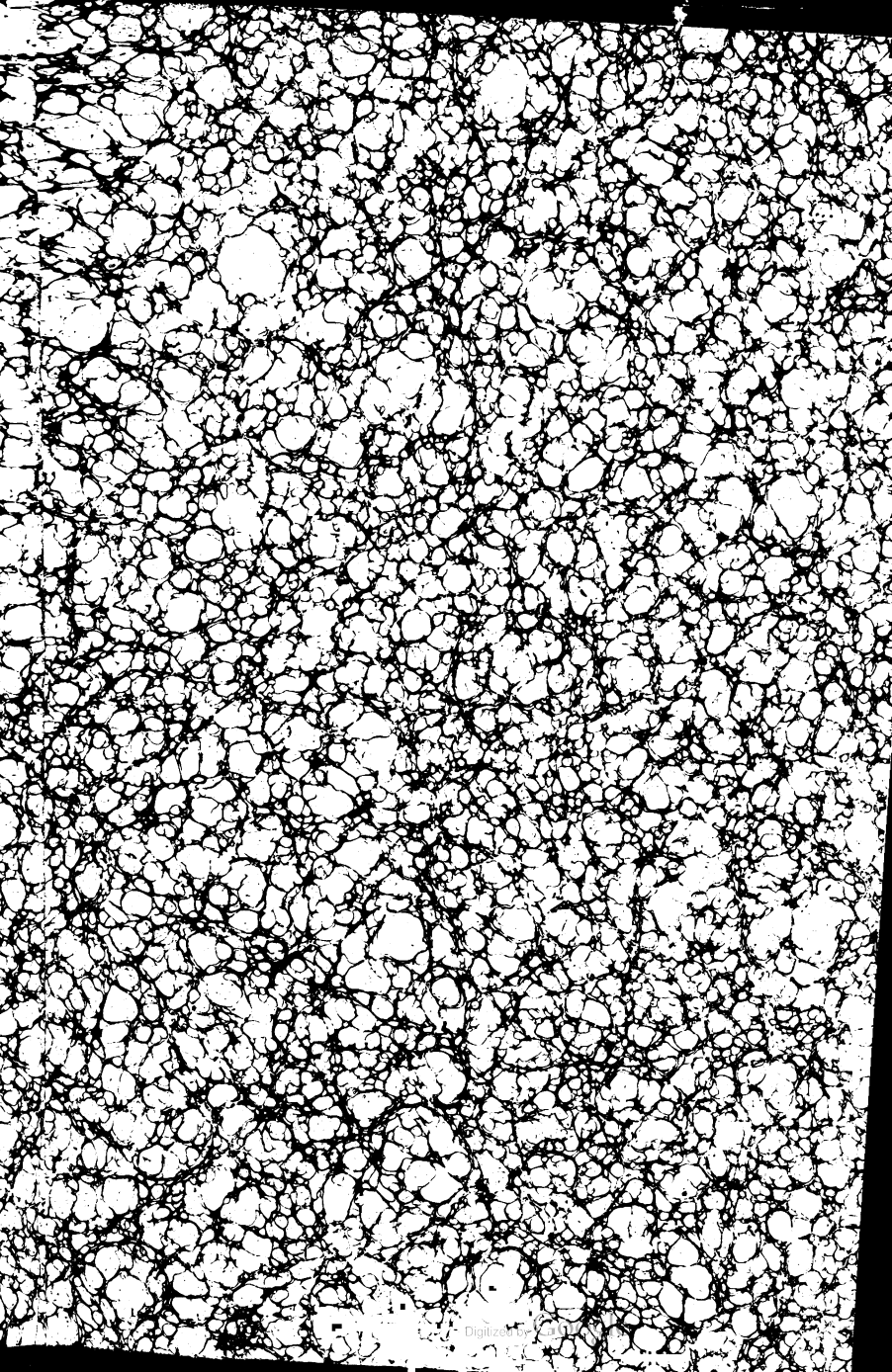
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



IMP & LITH.
MEES & Cº
ANVERS.
ATELIER DE RELIURE


Digitized by Google

Digitized by Google

L'ANNÉE
SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE

Digitized by Google

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

PUBLIÉS A LA MÊME LIBRAIRIE :

L'ALCHIMIE ET LES ALCHIMISTES, *Essai historique et critique sur la philosophie hermétique.* 1 vol. in-8 jésus. 3e édition. Prix : 3 fr. 50 c.

HISTOIRE DU MERVEILLEUX DANS LES TEMPS MODERNES. 4 volumes in-18 jésus. 2e édition. Prix : 14 fr.

Tome I : Introduction ; Les Diables de Loudun ; les Convulsionnaires jansénistes. — *Tome II* : Les Prophètes protestants ; la Baguette divinatoire. — *Tome III* : Le Magnétisme animal. — *Tome IV* : Les Tables tournantes ; les Médiums et les esprits.

OUVRAGES ILLUSTRÉS A L'USAGE DE LA JEUNESSE

Format grand in-8

PRIX DE CHAQUE VOLUME, BROCHÉ, 10 FRANCS

La demi-reliure, dos en chagrin, plats en toile, tranches dorées, se paye 4 fr. en sus.

I. — TABLEAU DE LA NATURE.

LA TERRE AVANT LE DÉLUGE. Ouvrage contenant 25 vues idéales de paysages de l'ancien monde, 322 autres figures et 8 cartes géologiques coloriées. 5e édition. 1866. 1 vol.

LA TERRE ET LES MERS, ou description physique du globe. 3e édition. 1 volume contenant 184 vignettes sur bois par Karl Girardet, etc., et 20 cartes de géographie physique (1866).

HISTOIRE DES PLANTES. 1 vol. illustré de 115 vignettes dessinées par Faguet, préparateur des cours de botanique à la Faculté des sciences de Paris (1865).

LA VIE ET LES MŒURS DES ANIMAUX.

1° *Les Zoophytes et les Mollusques.* 1 volume illustré de 386 figures dessinées d'après les plus beaux échantillons du Muséum d'histoire naturelle et des principales collections de Paris (1866).

2° *Les Insectes.* 1 volume illustré de 605 vignettes, dessinées d'après nature par Mesnel, Blanchard et Delahaye, et de 12 compositions par E. Bayard. 2e édition (1869).

3° *Les Poissons, les Reptiles et les Oiseaux.* 1 volume illustré de 400 figures et de 24 compositions par Mesnel, de Neuville et Riou. 2e édition (1869).

4° *Les Mammifères.* 1 volume illustré de 276 figures par Bocourt, Mesnel et de Pennes (1868).

L'HOMME PRIMITIF. 1 volume illustré de 30 *scènes de la vie de l'homme primitif* et de 232 figures représentant les objets usuels des premiers âges de l'humanité (1870).

II. — OUVRAGES DIVERS.

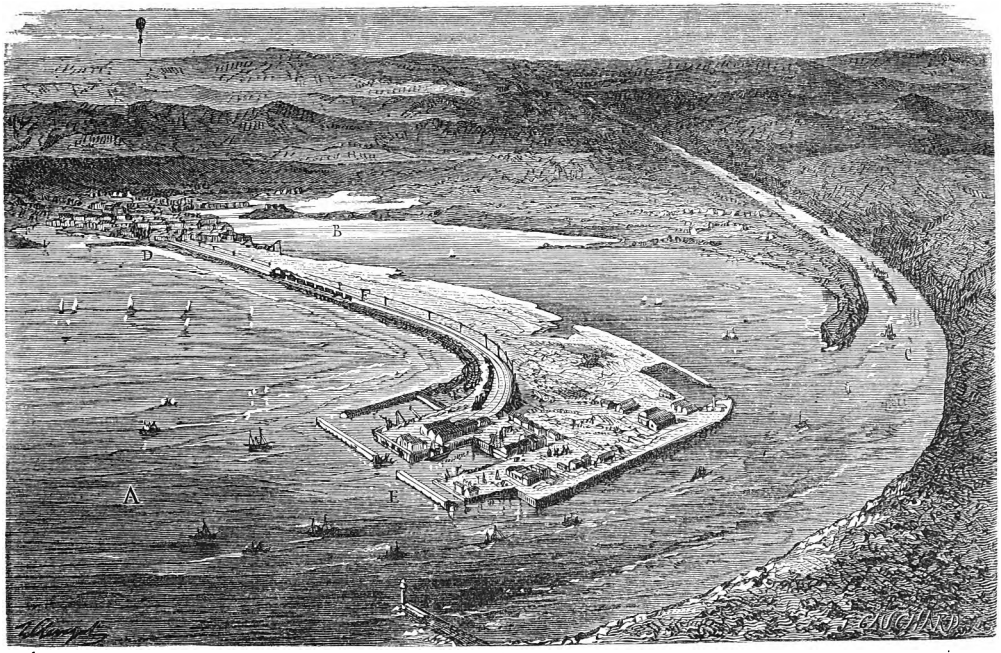
LE SAVANT DU FOYER, ou *Notions scientifiques sur les objets usuels de la vie.* 5e édition (1870). 1 volume illustré de 275 vignettes.

LES GRANDES INVENTIONS ANCIENNES ET MODERNES dans les sciences, l'industrie et les arts. 5e édition (1870). 1 volume illustré de 238 gravures sur bois.

11063. — Imprimerie générale de Ch. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google



VUE DU PORT DE SUEZ ET DU CANAL DES DEUX MERS, A L'ENTRÉE DE LA MER ROUGE.

A. Mer Rouge. — B. Lagunes de Suez. — C. Entrée du canal. — D. Ville de Suez. — E. Avant-port de Suez.
F. Chemin de fer allant de Suez à l'avant-port.

Digitized by Google

L'ANNÉE
SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE

OU

EXPOSÉ ANNUEL DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES, DES INVENTIONS
ET DES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA SCIENCE
A L'INDUSTRIE ET AUX ARTS QUI ONT ATTIRÉ L'ATTENTION PUBLIQUE
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Accompagné d'une Nécrologie scientifique

PAR

LOUIS FIGUIER

QUATORZIÈME ANNÉE (1869)

CONTENANT UNE CARTE DU CANAL DE SUEZ

PARIS

LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET Cie

BOULEVARD SAINT-GERMAIN, N° 79

1870

Droits de propriété et de traduction réservés

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ANNÉE

SCIENTIFIQUE

ET INDUSTRIELLE.

(QUATORZIÈME ANNÉE.

ASTRONOMIE.

1

L'éclipse totale du 7 août observée aux Etats-Unis.

L'*Annuaire du bureau des longitudes* annonçait, pour le 7 août 1869, une éclipse totale de soleil, invisible dans nos contrées, mais devant se manifester dans les régions polaires de l'hémisphère boréal, dans l'Amérique du Nord, en Asie, dans les contrées à l'est et à l'ouest du détroit de Behring. Cette éclipse a été observée par M. Gould, dans la ville de Burlington (État de Iowa), par 40° 48′ de latitude et 56′ 15″ à l'ouest de Washington.

Les reproductions photographiques des différentes phases de l'éclipse ont parfaitement réussi. M. Gould a pris quarante-deux images photographiques, dont cinq correspondent à l'éclipse totale.

M. Gould se proposait, outre un examen attentif de la couronne solaire au moment de l'éclipse totale, de sonder

Digitized by Google

les profondeurs de l'espace aux environs du soleil offusqué, pour y vérifier l'existence, plusieurs fois annoncée par M. Le Verrier, de quelque planète entre Mercure et le soleil.

La première partie du programme a été parfaitement remplie. M. Gould a fait trois esquisses de la couronne, à des intervalles d'une minute, pendant lesquels sa forme a éprouvé des changements notables.

Quant à la recherche de la planète intramercurielle, le résultat a été complétement négatif. M. Gould se servait, pour cette recherche, d'une lunette montée parallactiquement, de 13 centimètres d'ouverture et de 90 centimètres de distance focale. Elle était pourvue d'un oculaire grossissant cinq fois. L'observateur embrassait un champ de 1° 50′, dans lequel l'intensité d'éclat de chaque objet lumineux était plus de cent fois plus grande qu'à l'œil nu.

Grâce à cette lunette, l'observateur a pu voir une étoile du *Lion*, qui est de la sixième grandeur, bien qu'elle ne soit pas à plus de 50′ du soleil. Mais c'est là le seul astre qui ait été visible dans une zone de 80′ de largeur, qui s'étendait de 5° à l'ouest jusqu'à 3° et demi à l'est du bord du soleil.

M. Gould croit pouvoir conclure de ce résultat négatif que l'hypothèse, mise en avant par M. Le Verrier, de l'existence d'une ou de plusieurs petites planètes entre Mercure et le soleil, est inadmissible. Une telle planète ne pourrait pas avoir un diamètre moindre que la moitié de celui de Mercure, avec un dixième de la surface du même astre. Son éclat serait dès lors aussi grand que celui d'une étoile de deuxième grandeur. Or, avec les moyens d'observation dont il disposait, l'astronome des États-Unis aurait pu reconnaître, au moment de l'éclipse totale, une étoile de sixième grandeur.

M. Yvon Villarceau, qui a communiqué à l'Académie des sciences la lettre de M. Gould annonçant ces résultats, a fait remarquer que la conclusion négative signalée par cet

Digitized by Google

observateur en ce qui concerne les planètes intramercurielles, ne doit pas être interprétée dans un sens absolu. Il eût pu arriver, en effet, qu'un ou plusieurs de ces astres fussent alors à une distance de leur conjonction, supérieure ou inférieure, moindre que le demi-diamètre du soleil. Elle laisse d'ailleurs intacte l'hypothèse, mise en avant par M. Le Verrier, d'un anneau formé de corps d'un faible volume, comme ceux qui produisent, en pénétrant dans notre atmosphère, le phénomène des étoiles filantes. La non-existence des planètes entre Mercure et le soleil ne serait donc pas démontrée par les observations faites par M. Gould pendant l'éclipse totale du 7 août.

Cette même éclipse de soleil a été observée également à Burlington, par M. Henry Morton, assisté de plusieurs professeurs et savants. On avait emporté les instruments nécessaires aux manipulations photographiques, et l'on suivit le procédé employé par M. de la Rue en 1860, qui consiste à se servir d'un oculaire ordinaire d'Huyghens disposé de manière à produire un agrandissement de la première image donnée par l'objectif.

Les dessins photographiques des phases partielles montrent les diverses taches du soleil, au nombre de six, et nettement définies; les plus grandes sont entourées d'une frange de facules. Elles montrent très-distinctement le granulé de la surface générale du soleil.

On a pris treize vues photographiques de l'éclipse dans sa totalité; six à Burlington, avec des expositions de cinq à sept secondes; quatre à Ottumwa, avec des expositions de six à seize secondes. Une des photographies d'Ottumwa, prise au dernier instant avant la totalité, donne l'enregistrement photographique du curieux phénomène connu sous le nom de *grains de chapelet de Baily :* ce sont simplement les derniers rayons du soleil, découpés en grains irréguliers par les pics des montagnes de la lune.

Un des objets dont on désirait ardemment assurer l'impression photographique, c'était la couronne; c'est dans

Digitized by Google

cette intention que l'on a tant prolongé quelques-unes des expositions.

Les photographies d'Ottumwa, dont le temps d'exposition a été long, présentent seules une idée véritable de la structure de la couronne. Une d'entre elles, la dernière et la plus longtemps exposée, montre cet objet presque dans son plein développement. La structure courbe des rayons, et l'intensité variable avec laquelle ils sont émis sur les divers points, sont très-nettement accusées. Les jets les plus brillants de la lumière de la couronne sont évidemment associés à celle des protubérances, qui ont la forme pointue de flammes; les protubérances, au contraire, qui ont la forme de masses arrondies, semblent jeter des ombres sur la couronne; c'est ce qui me semble résulter aussi des dessins de M. de la Rue pris en 1868 pendant l'éclipse totale.

Ces faits prennent une signification particulière quand on les rapproche des observations faites durant l'éclipse totale de 1869. En premier lieu, M. Pickering, de l'*Institut technologique de Massachussets*, qui était à Mount-Pleasant, a trouvé que le ciel était fortement polarisé tout à l'entour, jusque très-près du bord supérieur de la couronne, mais que la couronne elle-même n'était pas une source de lumière polarisée. En regardant la couronne à l'aide d'un appareil de polarisation, on avait sa circonférence entière, avec une zone du ciel environnant, et l'on voyait très-distinctement les deux images du champ tout entier; or, celles de la couronne étaient absolument incolores, mais elles se projetaient sur un fond coloré, et coloré sur les deux images, de teintes complémentaires. Ce fait prouve que la lumière de la couronne n'est pas de la lumière solaire réfléchie. Avec un spectroscope arrangé de manière à analyser la lumière de la phase de totalité, M. Pickering n'a trouvé aussi aucune raie obscure dans le spectre de la couronne. Cette absence a la même signification que l'absence de polarisation.

Les observations du professeur Young, du collége de Dartmouth, qui s'était installé à Burlington, sont plus con-

Digitized by Google

cluantes encore. M. Young aurait trouvé dans le spectre de la couronne des raies brillantes, correspondantes à celles que montre l'aurore boréale. Ce savant est persuadé que la couronne solaire est une aurore boréale permanente.

D'après M. Morton, il serait à peu près certain que la couronne solaire n'est qu'une décharge électrique, incessante, mais variant sans doute avec une grande rapidité, comme on le voit pour l'aurore boréale. On peut attribuer à ces variations les mouvements apparents des proéminences qui ont été signalés par plusieurs observateurs, et qui n'ont pas d'existence réelle, comme le prouvent les photographies.

Deux membres de la commission scientifique américaine, M. Zentmayer et M. le professeur Himes, ont enregistré une curieuse apparition, observée par eux à la station d'Ottumwa. Pendant les intervalles, quelquefois assez longs, qui séparaient les photographies des phases partielles, on mettait en place le verre dépoli, pour pouvoir saisir les irrégularités du mouvement d'horlogerie, s'il s'en produisait. Vingt-cinq minutes avant la totalité, M. Zentmayer vit paraître sur ce verre dépoli quelques objets brillants, qui marchaient d'une corne à l'autre du croissant solaire. Chacun de ces objets mettait environ deux secondes à parcourir le diamètre du soleil; ils suivaient tous des lignes droites, à peu près parallèles et dans le même sens. Ces points très-nettement définis firent naître dans l'esprit de M. Zentmayer l'idée qu'ils étaient les images d'objets réels, et non pas seulement des jeux de lumière. Il est certain, en outre, que ces objets, quels qu'ils puissent être, pour produire sur le verre dépoli des images aussi nettement définies, ont dû se trouver à des distances de la lunette égales à plusieurs kilomètres; car, même un point lumineux situé à une distance plus courte aurait donné naissance à une image agrandie avec des contours nébuleux. Après qu'il eut appelé l'attention de M. le professeur Himes sur ce phénomène, et observé le mouvement de huit ou dix de ces petits corps, M. Zentmayer en

Digitized by Google

vit trois autres venir des limites du champ et disparaître sous le croissant du soleil, mais sans reparaître de l'autre côté. Il est digne de remarque que la direction du mouvement des trois derniers de ces corps correspondait à celle du vent qui soufflait alors, mais qu'il n'en était pas ainsi pour les dix autres; que ceux-ci, par conséquent, pour cette raison et d'autres encore, ne pouvaient pas être pris pour des graines semblables à celles que le Rév. M. Dawes signalait et décrivait, en 1852, dans les *Monthly Notices* de la Société royale astronomique.

M. Henry Morton a jugé convenable de prendre note de cette remarque particulière faite par la commission américaine, d'autant plus que d'autres observateurs, dans des stations très-distantes, ont noté des phénomènes qui, autant qu'on peut en juger par les rapports encore vagues qu'ils ont publiés, semblent analogues à ceux qu'on vient de lire. Cette confirmation et les données additionnelles résultant de leurs observations conduiront peut-être à quelques conséquences précieuses. Si les objets que l'on a vus sur le verre dépoli étaient des corpuscules météoriques situés entre nous et la lune, et aussi au delà de notre satellite, leur passage devant le disque du soleil aurait présenté probablement les mêmes apparences qui ont été décrites plus haut.

2

Les comètes.

L'année 1869 a offert trois comètes. La première n'était pas nouvelle. C'était une ancienne connaissance, qui avait déjà fait son apparition en 1819 et 1858; en un mot, une comète périodique. C'est M. Winnecke qui l'a aperçue le 9 avril 1869, vers minuit, à Carlsruhe, et qui en a noté la position. Elle était très-faible, et n'avait pas plus de 6 ou 8′ de diamètre.

Digitized by Google

La seconde comète de 1869 a été trouvée à Vienne. Ses éléments ont été calculés par M. G. Leveau, d'après une observation faite à Leipsig le 23 octobre, et de deux autres faites à Vienne le 13 et le 31 du même mois.

Cette comète a disparu très-vite. A la date des premiers jours de novembre elle ne pouvait plus être observée.

Le samedi 27 novembre, la troisième comète de 1869 a été découverte à l'observatoire de Marseille, par M. Tempel. Elle se trouvait alors dans la constellation de *Pégase*, à 75° de distance au pôle et en 341° d'ascension droite.

Cette comète est une masse nébuleuse de 12 à 15 minutes de diamètre, sans noyau; elle n'est pas même très-lumineuse au centre, ce que les comètes rondes montrent d'ordinaire. Avec un faible grossissement, on voit au milieu la pulsation de plusieurs points aussi brillants que les amas des étoiles de douzième grandeur.

3

Les petites planètes.

Les petites planètes ont été rares en 1869. Deux seulement, les 108e et 109e, ont été reconnues. La première (108e) a été découverte par M. Luther, à Bilk-Dusseldorf, le 2 avril, vers neuf heures du soir. C'est une planète de 11e grandeur, que M. Luther a baptisée du nom d'*Hecuba*. La seconde (109e), trouvée au même observatoire par M. Peters, a été observée les 7 et 8 novembre. Elle est de 10e grandeur.

La 106e et la 107e, qui ne figurent pas dans l'*Année scientifique* de 1868, ont été découvertes, la première, le 16 octobre, à Ann Arbor (Amérique), par M. Watson; la seconde en décembre, à Madras, par M. Pogson. Toutes les deux sont de dixième grandeur.

L'année 1868 est celle qui fut la plus riche en décou-

Digitized by Google

vertes de ce genre. Douze nouveaux astéroïdes portèrent à 107 le nombre des petites planètes jusqu'alors connues.

4

Passage de Mercure sur le Soleil, le 5 novembre 1868. Observations faites à Paris et à Pékin.

Le 5 novembre 1868, pendant que MM. Le Verrier, Y. Villarceau, C. Wolf, André, G. Rayet, à Paris, M. Perigaud à Marseille et M. Terquem à Dunkerque, observaient le passage de Mercure sur le Soleil, M. Tremeschini se livrait aux mêmes observations sur les hauteurs de Belleville.

Voici le résumé des observations de ce dernier astronome :

Les temps sont donnés en temps moyen de Paris, d'après la comparaison du chronomètre faite une heure après l'observation avec la pendule de la maison Bréguet.

$9^h 9^m 15^s,6$. — On dirait que Mercure détache et pousse ou chasse devant lui un arc de lumière solaire. Durée de ce phénomène : 6 secondes; maximum du développement de sa protubérance lumineuse sur le bord du disque solaire à $9^h 9^m 20^s,4$. L'arc de lumière se brise à son sommet et s'efface rapidement (en $1^s,2$ de temps) en décroissant dans le sens des extrémités des deux tronçons restés, mais avec des durées de temps sensiblement inégales entre elles. L'épaisseur de l'arc lumineux s'évalue à un tiers du diamètre apparent de la planète.

$9^h 9^m 21^s,6$. — Il n'existe plus aucune trace de protubérance lumineuse. Je signale une illusion d'optique : pendant le phénomène de l'arc lumineux, le disque de Mercure semble entamer le bord du disque solaire jusqu'à le dépasser d'un quart de son disque apparent. Cette illusion s'efface avec la disparition de l'arc lumineux. Au dernier instant, $9^h 9^m 21^s,6$, c'est avec étonnement que j'aperçois la planète rentrée dans les limites du disque solaire, dont à présent elle effleure à peine le bord sans encore l'entamer. C'est l'instant précis du contact intérieur des deux disques.

Digitized by Google

$9^h12^m15^s,6$. — Le contact extérieur des deux disques se rompt.

Le passage de Mercure sur le disque du soleil a été aussi observé au Pèé-Bivan, établissement des missionnaires russes à Pékin, le 12 novembre, par $7^h\ 36^m\ 34^s$ de longitude à l'est de Paris et par $39°\ 56'\ 49''$ de latitude.

Le bord du soleil était excessivement ondulant, et son éclat n'était pas aussi affaibli qu'on aurait pu le désirer, faute d'un assortiment de verres colorés. Le contact interne à l'entrée a été noté comme il suit, 5 novembre 1868 :

Contact interne à l'entrée.....	$1^h13^m38^s$	T. m. de Pékin.
Correction du chronomètre de Patek.....	+ 3.10	—
Entrée en temps du chronomètre d'Arnold..	1.14.38	—
Correction du chronomètre d'Arnold	— 17	—
Contact interne à l'entrée.....	1.14.31	—

A $1^h\ 11^m\ 58^s$ la planète était franchement entrée sur le disque solaire, et tranchait nettement sur le fond lumineux. La sortie n'était pas observable à Pékin.

5

Les bolides en 1869.

Il se passe rarement une année sans qu'elle ne soit signalée par des bolides. L'année 1869, comme la précédente, en a présenté un certain nombre. Nous allons les faire connaître, par ordre de dates.

Le 2 février, M. Borrelly, de Marseille, a observé un magnifique bolide, qui a brillé d'un éclat supérieur à celui de Jupiter pendant 2 secondes. Il a fait son apparition près d'Aldébaran, à $8^h\ 26^m$, et s'est éteint au-dessus de Jupiter; il était de couleur rouge et a laissé une belle traînée derrière lui.

Le 2 mars au soir, M. Roussaune, de Bordeaux, a observé un bolide d'un grand éclat, d'une couleur blanche nuancée de vert et paraissant courir à la surface de la terre.

Digitized by Google

Le bolide s'est éteint dans la Grande Ourse, qui, à cause de l'heure, se trouvait à l'est du pôle. L'apparition a eu deux temps bien marqués. Pendant le premier, qui a duré deux secondes, il y a eu *flamboiement*, et dans le second, qui n'a duré qu'une seconde, le bolide n'avait plus que l'apparence d'un corps rouge. Pendant cette seconde période, le bolide s'est divisé en plusieurs fragments, sans qu'on ait entendu aucun bruit ni remarqué de trace d'explosion.

Le 27 mars, à $9^h\ 55^m$ du soir, M. Laussedat, passant sur le pont de la Tournelle à Paris, vit un bolide d'un éclat et d'une grosseur remarquables traverser le ciel, en se dirigeant du nord-ouest au sud-est.

« Il fit, dit M. Laussedat, son apparition entre la constellation de la Chèvre et celle des Gémeaux, traversa cette seconde constellation, puis celle du Cancer, en laissant Procyon au-dessous de lui, et alla disparaître dans le voisinage de la tête de l'Hydre. J'ai évalué, avec une précision que je crois assez grande, la durée du phénomène à quatre ou cinq secondes au plus. L'amplitude de la trajectoire apparente du bolide peut être portée à 40 degrés au moins; au surplus, voici les coordonnées de trois points remarquables de cette trajectoire :

	R	D.
	h. m.	
Point de l'apparition.....	6.32	36° boréale.
Point d'intersection avec l'écliptique.	7.36	21 boréale.
Point de la disparition.....	8.24	0

Au premier moment, le diamètre apparent du noyau incandescent était presque le même que celui de Mars, qui se trouvait dans le voisinage et qui m'a servi de premier terme de comparaison; mais l'éclat du bolide était bien supérieur à celui de toutes les lumières artificielles qui couvraient les ports et les quais. De ce noyau partaient des étincelles qui formaient derrière lui une brillante traînée. Son volume apparent augmentait sensiblement, et, quand il arriva à l'extrémité de sa course, je pus le comparer très-aisément à la lune au plein, qui en était peu éloignée, et j'évaluai son diamètre à $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{8}$ de notre satellite. Le noyau avait une couleur rouge prononcée, et il était entouré d'une sorte d'atmosphère blanche d'un très-vif

Digitized by Google

éclat. L'effet général était tout à fait analogue à celui d'une magnifique fusée d'artifice. L'extinction s'est faite sans bruit et sans explosion sensible. Le ciel était en grande partie couvert de nuages légers, à travers lesquels j'ai pu reconnaître toutes les constellations que je viens d'indiquer; mais mon impression a été que le bolide avait dû rester, pendant toute la durée de son apparition, au-dessous de la région des nuages. »

M. Denza écrit de Montcalieri :

« Parmi les quarante météores qui furent observés le soir du 11 avril, deux furent très-remarquables par leur beauté extraordinaire.

Le premier s'alluma à $10^h 1^m$ près de φ Lion (asc. droite : 167°; déclin. : — 3°), et s'éteignit dans le voisinage de δ Corbeau (asc. droite : 185°; déclin. : — 15°). Son teint était verdâtre; il s'avança lentement, décrivant une trajectoire courbe et en spirale.

Le deuxième, plus resplendissant encore que le premier, commença à se laisser voir à $10^h 35^m$ près de η Grande Ourse (asc. droite : 204°; déclin. : + 50°) et disparut près de $\varkappa$ Bouvier (asc. droite : 227°; déclin. : + 30°). Son noyau était très-brillant; sa grosseur apparente égalait celle de Jupiter. Sa traînée fut très-lumineuse et persistante; sa couleur tenait du rougeâtre et du verdâtre. Sur la fin de sa course, qui avait été très lente, le météore s'ouvrit comme une grenade.

La lumière qui jaillit de ces deux météores fut si vive et leur marche si lente que les sept observateurs qui se trouvaient sur la terrasse purent l'apercevoir quoique tournés vers un autre côté du ciel.

Mais ce qu'il importe le plus de remarquer, c'est que le même soir M. Zezioli, de Bergame, digne amateur de cette branche de la Physique céleste, remarqua, lui aussi, deux météores aux mêmes heures, savoir : $10^h 9^m$ et $10^h 42^m$ (temps moyen de Bergame, qui se trouve à environ huit minutes de temps à l'est de Montcalieri).

Le premier, parti de Régulus (asc. droite : 148°; déclin. : + 9°), disparut entre ν et $\varkappa$ Hydre (asc. droite : 144°, 31′; déclin. : — 13°).

Le deuxième se décocha entre γ et ζ Lion (asc. droite : 147°; déclin. : + 25°), et alla s'éteindre dans le Cancer (asc. droite : 136°; déclin. : + 17°).

Or, en prolongeant la trajectoire du premier météore vu à

Digitized by Google

Montcalieri, on vient à la faire passer presque exactement sur le point où apparut le premier météore observé par M. Zezioli, et les prolongements des deux derniers météores de Montcalieri et de Bergame se rencontrent dans la position du ciel où, suivant Greg et Herschel, se trouve le point d'irradiation de l'un des systèmes météoriques du mois d'avril. A Bergame également, le deuxième météore se montra plus resplendissant que le premier, mais ils diffèrent tous les deux de ceux de Montcalieri, soit par leur couleur qui fut rouge enflammée, soit par leur marche qui fut rapide.

La période connue du 19-21 avril fut assez copieuse en bolides cette année-ci. Le matin du 21 avril, M. Denza et d'autres observateurs comptèrent quatre-vingt-quatre météores, généralement beaux et radieux, dans la région céleste située dans le voisinage α de la Lyre. »

Le 5 mai, un autre bolide fut aperçu par M. Denza, dont voici la relation :

« Le soir du 5 mai courant, lorsque nous venions de terminer nos observations accoutumées sur les étoiles météoriques, deux de nos observateurs, restés encore là pour explorer le ciel, aperçurent, vers 11 heures 30 minutes (temps moyen local), un beau météore de la grandeur de Jupiter. Il s'alluma tout à coup près de l'Épi de la Vierge et se dirigea avec une vitesse modérée vers γ Hydre. Celle-ci avait été couverte, peu auparavant, de nuages qui s'étendaient comme un voile obscur sur l'horizon sud-est. La couleur de ce météore était rougeâtre; il déployait une queue scintillante et lumineuse, semblable aux grosses fusées de nos feux d'artifice. Arrivé au tiers de sa course, il se replia sur lui-même et s'abaissa assez pour pouvoir passer devant les susdits nuages, dont le fond noir le fit ressortir encore davantage. Il s'éteignit à si peu de distance du sol que, par une illusion d'optique, un de nos observateurs crut qu'il l'avait réellement touché.

Ce fait n'est point nouveau; je l'ai moi-même observé autrefois. Cela montre une fois de plus que les météores lumineux peuvent descendre jusqu'à très-peu de distance de la terre sans toutefois éclater ni causer des pluies de météorites. »

Le samedi 22 mai, vers 9^h 45^m du soir, un brillant météore a été observé à Lorient, à Vannes, et dans plusieurs

Digitized by Google

villages du Morbihan. Il est tombé à Kérauroué, à 2 kilomètres à l'est du bourg de Cléguérec, arrondissement de Napoléonville. Il présentait l'apparence d'un globe enflammé, d'un diamètre presque égal à celui de la lune, laissant derrière lui une traînée lumineuse, et il fit explosion en produisant un roulement prolongé.

L'incertitude et le manque d'accord dans les indications émanées de plusieurs localités n'ont pu permettre à M. Arrondeau, de Vannes, de déterminer rigoureusement ni la vitesse, ni la trajectoire apparente du bolide. Toutefois il est probable que la direction est celle du sud-ouest au nord-est.

L'explosion a été plus ou moins forte selon les endroits; dans quelques-uns, elle a été comparée à un coup de canon.

Tous les observateurs sont d'accord sur l'éclat brillant de ce météore. A Belle-Ile, il avait la forme d'une boule d'un rouge vif; à la Trinité, il affectait celle d'un globe de feu conique, dont la lumière effaçait celle de la lune; une traînée lumineuse suivait le globe incandescent. A Caudan et à Cléguérec, le météore lança des étincelles.

Lorsque l'aérolithe tomba à Kérauroué, le village, au dire des paysans, parut tout en feu.

« Un sifflement prolongé se fit entendre, dit M. Arrondeau, et fut suivi d'une détonation ; la secousse imprimée au sol fit trembler les habitations; les arbres firent aussi entendre un bruit effrayant. Il semblait *que tout venait à bas.* Le lendemain matin, des paysans virent la terre soulevée et fraîchement remuée dans une prairie située à quelques mètres d'une habitation. Ils fouillèrent et retirèrent du sol un bloc de pierre noirâtre, du poids de 40 à 50 kil. qui s'y était enfoncé à un mètre de profondeur. Malheureusement on voulut savoir si une pierre *tombée de la lune* ne contenait pas de l'or ou de l'argent, et on la brisa à coups de masse. Voyant que l'intérieur ressemblait à une pierre ordinaire, on s'en partagea quelques fragments, comme souvenir; les morceaux les plus pesants furent abandonnés sur les lieux, où ils furent recueillis le lendemain par

Digitized by Google

les habitants du bourg de Cléguérec, attirés par le bruit de l'événement. M. Pobéguin possède un de ces fragments, qui pèse encore 16 kil. 50.

D'après le témoignage des personnes qui l'ont retiré de la terre et la vue des fragments conservés, l'aérolithe avait, au moment de sa chute, une forme irrégulièrement conique. Le sommet était arrondi, la base sensiblement plane, la partie inférieure présentait un évasement d'un seul côté. Sa surface était recouverte d'une croûte brune sur laquelle on voyait quelques sillons. Sa forme générale était celle d'un globe de feu conique. En admettant que la partie la plus étroite marchât en avant, l'évasement de la partie postérieure s'expliquerait par l'écoulement à l'arrière et à la partie inférieure de la couche en fusion qui a formé le vernis superficiel.

L'aérolithe de Cléguérec paraît devoir être rangé parmi les météorites pierreuses appartenant au type commun de M. Daubrée.

Il a l'aspect d'une roche compacte, très-dure, faisant feu sous le marteau. La cassure est d'un gris cendré, âpre au toucher; à la loupe on voit de petits grains à éclat métallique, disséminés en grand nombre dans toute la masse. »

Le 31 mai, un très-fort bolide a été vu vers $11^h\ 20^m$ du soir à Albert (Somme), tombant perpendiculairement du côté de l'est-sud-est. Au moment où on l'a aperçu, il était à environ 50^0 au-dessus de l'horizon. La grosseur, rapporte M. Comte, était à peu près du demi-diamètre de la lune, sa couleur blanche et très-vive; il en partait des jets d'étincelles comme d'une fusée de feu d'artifice. Il tombait assez lentement et a été vu pendant cinq à six secondes; on n'a pas entendu de bruit.

M. Sénéchal, instituteur à Pontarmé, rapporte que le même jour, vers 11 heures et quelques minutes du soir, on a observé un bolide d'un éclat éblouissant, offrant à la fois du bleu et du rouge. Il se dirigeait du sud-est au nord-ouest et, suivant une impression habituelle, l'habitant crut qu'il était tombé dans la commune. Ce bolide a également été vu à Versailles, en Belgique et à la Villette, à Paris.

Le 17 juin, vers 8^h et 1/2 du soir, un bolide très-remar

Digitized by Google

quable a été vu à Marseille, à Narbonne, à Aix-les-Bains, à Annecy, à Montpellier, à Briançon.

M. Borrelly, à Marseille, a vu ce même jour trois météores. Le premier, à $8^h\ 34^m$, avait 8′ à 10′ de diamètre environ, présentait une belle couleur blanche, et son éclat était, par moments, comparable à celui de la lune; il laissait derrière lui une magnifique traînée qui disparaissait peu après. Il se détacha, à environ 15° au-dessus de l'horizon à l'ouest-nord-ouest, passa près de la Polaire et disparut à la hauteur de la constellation du Cygne.

C'est ce bolide qui fut aperçu dans les villes que nous avons désignées plus haut.

Le deuxième bolide que M. Borrelly observa à Marseille, brilla à $13^h\ 12^m$ dans le sud de la constellation du Capricorne. Il était blanc, présentait une magnifique traînée brillante, et avait l'apparence d'une grande comète; il persista plus de 18 minutes, pendant lesquelles on eut tout le temps de l'observer.

Le troisième bolide, rouge, fut observé à $13^h\ 50^m$; il se présenta aux environs de ι Pégase, et s'éteignit 5 secondes après dans la constellation du Bélier.

Revenons au premier bolide du 17 juin. M. Tournal, bibliothécaire du musée de Narbonne, écrit à ce propos la note suivante :

« Un météore extrêmement remarquable a été observé dans notre ville jeudi 17 juin, à $8^h\ 30^m$ du soir, à 20 degrés environ au-dessus de l'horizon. La marche de ce bolide était assez lente, presque horizontale et dirigée du nord au sud. Le diamètre apparent de ce globe lumineux égalait la moitié environ de la pleine lune. Sa couleur était d'un blanc verdâtre et son éclat lumineux extrêmement intense. Nous avons vu se détacher du noyau central plusieurs étincelles rouges; il laissait derrière lui une longue traînée lumineuse. »

A Aix-les-Bains, en Savoie, le même bolide a traversé le ciel à $8^h\ 26^m$ du soir, du nord-ouest au sud-est. Il projetait une vive lumière d'une nuance vert clair.

Digitized by Google

A Annecy, le bolide fit son apparition à 8^h 30^m du soir. Sa direction était du nord-ouest au sud-est. La teinte verte qu'il présentait d'abord passa ensuite au blanc. Il disparut sans détonation.

A Montpellier, le même bolide fut aperçu à 8^h 20^m du soir. M. Jullien, directeur de l'École normale de Montpellier, écrit à ce sujet :

« Le 17 juin, à 8^h 20^m du soir, nous avons aperçu de l'École normale de Montpellier, dans la partie nord du ciel, un bolide marchant dans la direction de l'ouest à l'est avec une vitesse qu'on peut comparer à celle d'un train express vu de côté, à 40 mètres de distance. C'était la distance apparente des observateurs à la trajectoire. Cette trajectoire était une ligne droite et horizontale, parallèle à la façade nord de l'établissement, et élevée de quelques mètres seulement au-dessus du toit.

La couleur du bolide était d'un blanc bleuâtre. Il projetait par intervalles des étincelles rutilantes. Sa forme, d'après l'impression de toutes les personnes qui l'ont aperçu, était celle d'un *têtard lumineux*, d'une longueur de 1 mètre environ. Le diamètre de la tête était d'à peu près $0^m,10$.

La durée de l'apparition a été d'au moins trente secondes.

La hauteur du météore ne paraissait pas dépasser 40 mètres, à en juger par la hauteur des maisons entre lesquelles il se mouvait.

Il a disparu derrière un massif d'arbres, au-dessous et un peu au nord d'Altaïr, qui, à ce moment, se montrait à quelques degrés au-dessus de l'horizon.

Pour nous, sa trajectoire est la corde d'un arc correspondant à un angle visuel de 150 degrés, mesuré au graphomètre. Sa projection sur le sol a une longueur d'environ 500 mètres.

Aucune explosion ni sifflement n'ont été entendus.

Une trentaine de personnes ont été témoins, à l'École normale, de ce beau phénomène. »

Ce même bolide a été enfin observé à Briançon, par M. Léauthier. L'observateur dit qu'il avait l'ampleur d'une grosse orange, rouge-feu très-éclatant. La traînée qu'il laissait, et qui semblait avoir environ 20 centimètres de largeur, était aussi d'un rouge de feu, et plus intense sur les bords qu'au milieu. La trajectoire allait du nord-est

Digitized by Google

au sud-ouest, à environ 45° au-dessus de l'horizon. Enfin le bolide éclata sans bruit et produisit plusieurs grosses étincelles d'un rouge éclatant.

Le 15 juillet, vers 8^h 45^m du soir, un bolide a été aperçu en même temps à Vendôme, par M. Arnoult, et à la Flèche, par M. Joanne. Dans la première de ces deux villes, le bolide, parti de la région du ciel à environ 45° au-dessus de l'horizon, s'est dirigé assez lentement vers le nord en suivant une ligne à peu près parallèle à l'horizon et disparut après 3 ou 4 secondes, après avoir parcouru environ 15°. Le bolide, qui présentait une lumière très-intense d'un blanc jaunâtre, était suivi d'une traînée d'étincelles de même couleur; son apparition fut remarquée par des personnes qui ne pouvaient le voir et ne savaient à quoi attribuer la clarté insolite qu'il produisait dans la région du ciel qu'il traversait.

M. Joanne écrit de la Flèche :

« A 8^h 42^m du soir, le 15 juillet, un bolide remarquable a traversé l'espace dans la direction du sud au nord. Le ciel était pur, sans le moindre nuage, sans aucune étoile visible à l'œil nu. Un globe brillant s'est montré subitement, sans qu'aucun indice précurseur ait annoncé sa présence dans l'atmosphère; il parcourait avec une grande vitesse une trajectoire presque horizontale.

Il était formé d'un noyau lumineux, doué d'un éclat très-vif et présentant les apparences d'un corps opaque incandescent; il ressemblait à peu près à un ellipsoïde de révolution dont le grand axe aurait été perpendiculaire à l'inclinaison de sa trajectoire. A la suite de ce noyau s'allongeait un cône lumineux dont l'éclat diminuait graduellement jusqu'à la pointe qui finissait par une sorte d'aigrette rougeâtre de plus en plus assombrie et indécise.

Après une apparition de quelques secondes le météore a disparu brusquement, comme il s'était montré, sans aucun bruit, sans aucun effet sensible dans l'atmosphère, sans trace aucune de son passage. Seulement, au moment où il a disparu si subitement, sa trajectoire semblait s'incliner un peu vers la terre. »

Digitized by Google

Vers la fin d'août et le commencement de septembre, il a été observé plusieurs bolides intéressants par la durée relativement longue de leur visibilité.

M. V. Laporte écrit de Latuque, près Mezin (Lot-et-Garonne) :

« Un bolide de la grosseur d'une orange, se dirigeant de l'ouest à l'est, a paru dans le voisinage de la Girafe, le 30 août, à 8 heures du soir, et a disparu dans la constellation de Persée après un trajet de 4 secondes environ. La direction qu'il suivait et qui était celle de notre axe visuel, nous a empêché d'apprécier ou de déterminer la longueur de son appendice. L'éclat de ce bolide, bien qu'un peu de couleur tuilée, était cependant fort beau. »

M. Borrelly écrit de l'observatoire de Marseille :

« Un remarquable bolide, de couleur rouge pourpre, d'un éclat surprenant, traverse l'atmosphère le 2 septembre. Il fait son apparition à $7^h 33^m 9^s$, temps moyen de Marseille, tout près de α Grande Ourse, par $A = 165°$, $D = 26°$; il laisse derrière lui une belle traînée. Il marche lentement de sud-ouest à nord-est, traverse le méridien, continue sa route dans le nord-est, et enfin disparaît à $7^h 32^m 25^s$, après une durée de 16 secondes, à la hauteur de γ Persée. Le météore avait un diamètre de 5 à 6 minutes; il s'est éteint sans bruit. »

M. le docteur Plarr écrit, à la même date, de Strasbourg :

« Ce soir j'ai observé un météore qui m'a semblé assez important pour que je vous en donne quelques détails.

Je me trouvais dans le jardin, devant mon habitation située à 2 kilomètres au sud-ouest de Strasbourg, à 2000 mètres de distance de la cathédrale. J'ai vu apparaître le météore à environ 30 degrés vers l'est, à partir du sud, et à une hauteur d'environ 10 degrés; il s'est mû avec lenteur, la traînée en était plus mince que la tête, mais moins persistante, et tout au plus d'une longueur de 2 à 3 degrés. Le chemin parcouru était un arc plan d'environ 30 degrés en azimut, incliné vers l'horizon, de manière que, lors de l'extinction du météore,

Digitized by Google

hauteur n'en était plus que de 7 degrés environ : la disparition eut lieu sans bruit, bien que, m'attendant à une détonation, je tendisse l'oreille pendant quelque temps.

La durée de l'apparition m'a semblé être de 3 à 4 secondes de temps. »

Le 11 novembre, un autre bolide a été aperçu à Paris, à $9^h\ 45^m$ du soir.

M. Lartigue écrit à l'Académie qu'il a aperçu, du voisinage de l'Arc de Triomphe à Paris, un assez gros bolide blanc, dont la trajectoire s'étendait de l'étoile Polaire à γ de la Grande Ourse; cet espace, de 35° environ, a été parcouru en 4 secondes.

Une bande de cirro-stratus, au-dessus de laquelle le bolide est passé, n'a pas beaucoup diminué son éclat, qui était bien supérieur à celui de Jupiter.

Au moment de disparaître, le bolide s'est divisé en quinze ou vingt fragments, ressemblant aux étoiles d'une bombe d'artifice, et parmi lesquels je n'en ai aperçu aucun qui fût coloré. Une légère traînée lumineuse a persisté une seconde ou deux après la disparition du bolide.

M. Silbermann, le physicien du Collége de France, a observé d'une manière très-attentive le même bolide, et il a constaté ce phénomène, très-rare, qu'après avoir projeté des fragments incandescents, il a continué à rester visible et à continuer sa route.

Ce bolide, dit M. Silbermann, a apparu d'abord dans la constellation de la Grande Ourse. Il était de la grandeur apparente de Jupiter. Orientant obliquement l'horizon, il a traversé de nord-nord-est. L'horizon de sa trajectoire avait environ 34° d'étendue. Une explosion a eu lieu lorsque le bolide avait parcouru les deux tiers de sa trajectoire visible, c'est-à-dire 22 à 24°. La durée de l'apparition a été comprise entre une seconde et demie et une seconde trois quarts.

Le phénomène a présenté des particularités extrêmement curieuses :

1° Comme forme, la trajectoire, d'à peu près rectiligne

Digitized by Google

au début, est devenue de plus en plus sinueuse ou serpentante (hélicoïdale sans doute), jusqu'au lieu de l'explosion, après laquelle sa course est redevenue parfaitement rectiligne.

2° La vitesse apparente de translation a diminué rapidement jusqu'au moment de l'explosion; après quoi cette vitesse a plus que triplé, et paraissait uniforme. Au moment de l'explosion, on eût dit que le bolide éprouvait un court arrêt.

3° Le bolide a considérablement augmenté, comme volume et comme éclat, jusqu'au point de l'explosion, comme s'il eût subi un boursouflement. Au début, son volume était égal à Jupiter. Près du point d'explosion, la grosseur apparente et l'éclat dépassaient trois fois Vénus en quadrature; après l'explosion, comme grosseur et comme éclat, le bolide était à peine comparable à Mars.

4° L'explosion a été très-brillante et accompagnée d'étincelles incandescentes.

A ces remarques, M. Silbermann ajoute la réflexion suivante :

« Toutes les personnes qui ont observé avec quelque attention les étoiles filantes et les bolides savent que d'ordinaire ces corps se présentent sous l'aspect d'une masse incandescente, laissant le plus souvent derrière elle une traînée d'étincelles. Un fort petit nombre d'entre eux présentent, au bout de la trajectoire lumineuse, le spectacle d'une explosion projetant des éclats ou fragments incandescents en tous sens, après quoi on ne voit plus rien : le bolide semble complétement anéanti. Si le petit astre, dépouillé de son enveloppe lumineuse, continue obscurément sa route, rien du moins ne nous permet d'affirmer d'une manière absolue qu'il n'y a pas eu destruction totale. Le bolide du 11 novembre 1869 est le premier de tous ceux que j'ai vus qui ait présenté nettement et indubitablement le fait ntéressant d'une explosion partielle.

Digitized by Google

6

Chute d'aérolithes en Suède.

Le 1er janvier 1869, une demi-heure après le passage du soleil au méridien, on entendit à Stockholm un bruit aussi fort que celui d'une lourde pièce de canon que l'on aurait déchargée dans le lointain. Le même phénomène se produisit à Upsal, à Furnsund et dans plusieurs villages des bords du lac Mælar, ainsi qu'à la forteresse de Washolm.

On crut au premier moment qu'il s'agissait d'une nouvelle explosion de nitroglycérine; mais on apprit bientôt que plusieurs pierres météoriques étaient tombées ce jour-là dans la propriété du comte d'Essen, dans l'Upland.

D'un autre côté, des paysans qui revenaient du service divin, et qui passaient sur le bord d'un petit lac, au sud d'Upsal, entendirent trois fortes détonations au-dessus de leur tête, et virent, un instant après, tomber un certain nombre de pierres sur la surface glacée du lac. Ils en ramassèrent plusieurs, qu'ils trouvèrent encore chaudes. Quelques autres avaient brisé la glace, et s'étaient enfoncées dans l'eau, ou bien elles avaient conservé assez de calorique pour faire fondre la glace sur laquelle elles reposaient.

Les pierres que l'on a ramassées avaient des angles aigus et tranchants. L'intérieur a l'aspect des roches de grauwacke du pays; la croûte extérieure est d'une couleur foncée comme si elles avaient été exposées à une chaleur violente. Les plus grosses qui aient été recueillies ont le volume du poing; d'autres ne sont pas plus volumineuses que des noix. Quelques-unes sont tombées si près des paysans qui se rendaient à l'église, qu'elles ont été immédiatement ramassées. On a envoyé à Stockholm une douzaine de fragments, qui ont été reconnus être de vraies pierres météoriques.

Digitized by Google

7

Les étoiles filantes d'août et de novembre.

L'apparition périodique des étoiles filantes du mois d'août a commencé, sous le ciel de Marseille, dans la soirée du 10 août. Les astéroïdes se sont montrés les 10, 11, 12 août, et les quelques jours suivants, en diminuant d'intensité.

Dans la ville de Marseille, le 10 août, à la tombée de la nuit, M. Borrelly vit de très-beaux météores briller dans la région du ciel comprise entre le nord et l'ouest; presque tous prenaient naissance entre la Grande Ourse et la Petite Ourse. Le point radiant était situé très-près de $\varkappa$ Dragon; leur direction générale était nord-est à sud-ouest. Durant cinq heures d'observation on a vu apparaître 146 météores. Quelques-uns des plus remarquables méritent d'être mentionnés avec détails.

Ainsi, à $10^h\ 6^m\ 12^s$, un magnifique bolide rouge brille près de l'étoile Polaire, et va s'éteindre près d'Arcturus. A $10^h\ 37^m\ 46^s$, un magnifique bolide, beaucoup plus brillant que Jupiter, part de la queue de la Grande Ourse entre ζ et η, passe devant Arcturus et descend jusqu'à l'horizon sud-ouest; il laisse derrière lui une belle traînée d'environ un degré de largeur; α du Bouvier se trouve au milieu de cette traînée lumineuse; l'éclat de l'étoile n'en parut point affaibli, mais elle scintilla d'une manière extraordinaire pendant la durée du phénomène.

Enfin un bolide plus brillant que les précédents fait son apparition à $12^h\ 37^m\ 2^s$ dans Andromède, traverse le carré de Pégase et disparaît au-dessous de la constellation des Poissons. Il laisse après lui une forte traînée, qui persiste pendant 10 secondes.

D'après M. Silbermann, sur 85 étoiles observées, 54 radiaient d'un point situé à la partie supérieure du triangle formé par η et γ Persée et la Girafe. Toutes présen-

Digitized by Google

taient un assez faible éclat et avaient beaucoup d'analogie avec les étoiles filantes sporadiques. Une seule a été comparable à celle de novembre 1866. Vue à $7_h\ 45^m$, le 10 août, de la place de Médicis, elle descendit du zénith vers le sud-ouest, en décrivant une trajectoire rectiligne d'environ 60 degrés. Son éclat était supérieur à celui de Vénus en quadrature, sa teinte parfaitement blanche. Elle laissa derrière elle une longue traînée, qui persista une demi-minute environ après la disparition de l'étoile. La traînée était formée d'un nuage gris-perle, allongé en fuseau; au bout d'une seconde, il s'y manifesta des bosselures qui affectèrent autour de l'axe du fuseau un mouvement dextrogyre; petit à petit, le nuage se déforma, se brisa, pendant sa torsion, en petits fragments devenus bientôt invisibles. On eût dit le fil d'une bobine qui, en le laissant se dérouler derrière elle, serait animée d'un mouvement de rotation parallèle à sa trajectoire. On peut donc admettre que le bolide, en se transportant, tournait sur lui-même, d'occident en orient, autour d'un axe presque parallèle à la direction de sa course.

Deux des astéroïdes décrivirent des arcs de cercle d'un très-petit rayon.

Deux autres eurent un mouvement également remarquable, ils décrivirent des lignes brisées.

Dans la nuit du 15 au 16 août, M. Silbermann reconnut trois étoiles filantes émergeant du même centre.

Les phénomènes qui avaient précédé ou accompagné l'apparition des aurores boréales du 15 avril et du 13 mai, dont nous parlerons plus loin, se sont reproduits. On retrouve les mêmes phénomènes physiologiques précurseurs des orages. Comme à ces dates, on voit des nuées orageuses avorter, des cirrus dardant leur chevelure du nord-ouest au sud-est. Les 9, 10, 11 et 12 août, les nuages observés pendant la nuit étaient sombres à leur partie inférieure, pendant que leur partie supérieure était bordée d'une espèce de chevelure blanche, ayant par instants de 10 à 15 degrés d'étendue.

Digitized by Google

Un abaissement notable de température fut constaté pendant la pluie d'étoiles filantes.

M. Chapelas, qui a observé ce phénomène à Paris, tout en constatant qu'il a été un peu plus brillant que celui de l'année dernière, fait remarquer qu'il est encore bien loin de la grande époque de 1848.

Comme toujours, le maximum d'intensité s'est produit le 10 août.

En examinant les divers météores composant l'apparition du mois d'août, on trouve pour 284 étoiles observées par M. Chapelas pendant les nuits du 10 et du 11 :

149 étoiles filantes de 1re, 2e et 3e grandeur,
135 » de 4e, 5e et 6e grandeur,

dont 37 seulement de sixième grandeur.

Enfin, sur ces 284 météores, 59 ont offert de belles traînées, dont quelques-unes présentaient des nuances assez variées.

M. Chapelas fait remarquer, au sujet de ces traînées, que, comme toujours, elles n'accompagnaient que les trois premières grandeurs d'étoiles filantes, et se montraient plus nombreuses pour les premières grandeurs que pour les deuxièmes et troisièmes. En effet, les premières grandeurs nous donnent 29 étoiles à traînée, les deuxièmes grandeurs 15, et enfin les troisièmes 14 étoiles seulement.

L'apparition des étoiles filantes périodiques, dans la nuit du 12 au 13 novembre, a été beaucoup moins remarquable. La faiblesse de ce phénomène dans la nuit du 12 au 13 novembre contraste avec son intensité au mois d'août. On sait du reste que vers 1860 ce phénomène devint pour ainsi dire nul, après avoir présenté une intensité extraordinaire en 1833, et décru progressivement depuis cette époque jusqu'en 1860.

M. Wolf, de l'Observatoire impérial de Paris, a résumé les notes adressées au directeur de notre Observatoire par les astronomes qui se sont consacrés, dans la nuit du 12 au 13 novembre, à l'observation de ce phénomène périodique.

Digitized by Google

Un court extrait de son travail, publié dans le *Bulletin de l'association scientifique*, fera connaître ce qui a été remarqué dans le ciel.

« La première nuit d'observation, du vendredi 12 au samedi, a présenté dans les différentes stations, dit M. Wolf, des chances très-inégales. Tandis que Barcelonnette enregistrait 210 étoiles, Marseille 116, Montpellier 120, Orange ne voyait que 31 étoiles, toutes sporadiques, sans trace de l'essaim. La circonstance d'Orange est digne d'être notée. Placée à l'ouest de Barcelonnette, cette station devait voir le flux venir de l'est, et au moment où Barcelonnette l'avait à son zénith, Orange l'avait vers l'horizon, au-dessous du mont Ventoux. Or, cette nuit-là, un gros nuage a constamment occupé cette région du ciel, et caché aux observateurs l'apparition de l'essaim.

La nuit suivante fut généralement plus fertile encore. Turin, Marseille, Valence, Toulon virent un magnifique spectacle d'astéroïdes se détachant du ciel à raison de plusieurs par minute et par seconde. A Orange, le ciel ne se découvrit qu'à partir de trois heures du matin, et seulement en partie. Néanmoins, on y put observer et enregistrer 130 étoiles filantes, dont plusieurs éclatèrent avec une vive lumière, visible souvent à travers des nuages assez denses. Montpellier eut un temps couvert. A Agde, on observa avec grand soin un certain nombre de bolides.

La venue du flux, à la fin de la nuit du 13 au 14, ne permettait guère d'espérer que le phénomène continuerait encore très-brillant pendant la nuit suivante. Cependant il devait se présenter encore un bon nombre d'étoiles filantes, et les stations peu favorisées jusque-là pouvaient espérer un ciel plus propice. Sur leur demande, M. Le Verrier invita les observateurs à une troisième nuit de travail, et, malgré la fatigue, tous répondirent à cet appel. Ces efforts ne furent pas infructueux, et, le lundi matin, le télégraphe apprenait à notre Président que toutes les stations avaient encore accru de plusieurs centaines la liste déjà bien fournie des étoiles observées.

Les cartes d'observations sont maintenant réunies. Les observateurs ont dressé ou s'occupent de dresser le tableau général des temps d'observation réduits en temps moyen de Marseille. La comparaison des tableaux permettra alors de reconnaître, par la coïncidence des époques d'observation, les étoiles aperçues simultanément de plusieurs points. Alors commencera le

Digitized by Google

travail, long et pénible, qui permettra de déduire, des observations simultanées, les distances des bolides à la Terre, et en même temps la position du point radiant. »

8

Sur une atmosphère incandescente qui entoure la photosphère solaire.

La pureté du ciel de Simla (Himalaya) a permis à M. Janssen de continuer avec succès ses études sur les régions circumsolaires ; il a découvert autour du soleil une atmosphère incandescente dont l'hydrogène forme la base générale, sinon exclusive, et qui entoure la photosphère solaire.

L'atmosphère dont il s'agit est peu étendue en hauteur, à niveau fort inégal et tourmenté ; souvent elle ne dépasse pas les saillies de la photosphère. Mais, phénomène bien remarquable, elle forme un tout continu avec les protubérances, dont la composition générale est la même, et qui paraissent en être simplement des portions soulevées, projetées et souvent détachées en nuages isolés, comme M. Janssen l'a fréquemment constaté.

La présence de cette atmosphère explique les phénomènes de réfraction révélés à la surface solaire par l'étude des taches. Cette atmosphère d'hydrogène enflammé joue un rôle important dans tous les phénomènes lumineux présentés par l'enveloppe visible du globe solaire, et en particulier dans les facules. C'est évidemment cette même atmosphère qui produit cette diminution d'intensité lumineuse, calorifique et photographique que le disque solaire présente sur ses bords, d'une manière si remarquable.

Digitized by Google

9

Présence de la vapeur d'eau dans le voisinage des taches solaires. Étude spectrale de quelques astres.

Au commencement du mois de février 1869, de belles journées ont permis au P. Secchi de faire, à Rome, avec le spectroscope, les expériences curieuses que nous allons faire connaître.

En examinant les environs des grandes taches, et surtout les queues formées de petites taches et de facules qui suivent les grandes taches, on voit presque constamment paraître des séries de lignes nébuleuses équidistantes, au nombre de 3, 4 ou 6, que le P. Secchi désigne sous le nom de *bandes*, et qui sont situées dans le rouge et l'orangé, près de la raie 809,5 de Kirchhoff (8*a* de Van der Willingen), et la raie 864 de Kirchhoff (10 de Van der Willingen). Ces bandes ne sont pas toutes visibles également à la fois : on voit plus facilement celles qui se forment du côté moins réfrangible de la ligne 8 ; les autres sont plus faibles et difficiles à voir.

Le P. Secchi a constaté ces bandes dans des journées très-pures et sur l'image des taches agrandie par l'oculaire du réfracteur, dans une proportion telle que toute méprise était impossible. Leur apparition dans le champ annonçait l'approche d'une tache, même sans qu'on la vît distinctement paraître. Supposant que le phénomène pouvait provenir d'une diminution dans la lumière aux environs des taches, le P. Secchi réduisit l'ouverture du réfracteur de 25 à 2 centimètres, sans apercevoir rien de pareil.

Le 6 janvier il vit paraître ces mêmes bandes en plein disque du soleil, ce qui ne lui était pas encore arrivé, et il en fut grandement surpris ; mais il s'aperçut qu'un cirrus s'était formé devant la lunette. Il y en avait sur tout le disque du soleil ; des traces de bandes qui avaient apparu

Digitized by Google

près de la raie D, disparurent après la dissolution du cirrus. Cette observation prouvait bien que la vapeur d'eau jouait un rôle dans cette apparition.

Plus tard, en regardant à travers une brume assez dense, le P. Secchi remarqua cependant que, quoique les bandes fussent bien visibles sur tout le soleil, elles se renforçaient visiblement près des taches, ce qui était suffisant pour reconnaître l'action solaire directe.

L'observateur a encore remarqué que l'apparition de ces bandes coïncide avec une exagération de vivacité dans la lumière de la raie brillante qui se trouve entre les raies 6 et 7 de Van der Willingen ou 717 de Kirchhoff. En examinant la région voisine de la raie D, on reconnaît que la raie lumineuse propre des protubérances dans le jaune existe réellement dans le soleil, et brille d'une lumière bien supérieure à celle des raies environnantes.

Le P. Secchi chercha alors si elle ne serait pas visible dans les étoiles dont le spectacle s'approche davantage de celui de notre soleil et l'a remarquée dans Aldébaran, α Orion, Pollux. Sirius même présente à cette place une région très-vive. Avec les étoiles rouges du quatrième type il est facile de voir dans le jaune des raies vives comme des fils d'or, mais il est difficile d'en fixer la position.

D'après ces résultats, il paraît que la vapeur d'eau existe dans l'atmosphère solaire, au voisinage des grandes taches. Il reste seulement à vérifier la constance de ces phénomènes, et si elle se vérifie pour toutes, car on a rencontré des taches très-petites et très-noires qui ne la présentaient pas. Ces observations sont très-difficiles et délicates, car il faut toujours démêler l'influence de notre atmosphère, influence qui est puissante et irrégulière.

Le P. Secchi a profité de la culmination de Sirius, dans les heures où notre atmosphère est tranquille, pour examiner si les raies noires de cette étoile correspondaient rigoureusement à celles de l'hydrogène, ou s'il y avait un déplacement, dû au mouvement propre de l'étoile, comme il en avait annoncé l'année dernière la possibilité.

Digitized by Google

Le spectroscope ayant été muni de quatre prismes, la raie *f* de Sirius a été obtenue très-bien visible, mais terminée de deux côtés comme par deux battants. La raie de l'hydrogène, projetée dans le champ du spectroscope, ne s'est pas trouvée correspondre au milieu de la bande noire de Sirius, mais, au contraire, empiéter sur le côté lumineux moins réfrangible. Le déplacement du milieu est à peu près égal à la largeur des raies D′ et D″ du sodium; ce qui prouverait un mouvement très-rapide de l'étoile. M. Huggins, de son côté, est arrivé à la même conclusion. En réduisant le spectroscope à deux prismes, le P. Secchi a pu constater le déplacement des raies α et γ de l'hydrogène, par rapport aux raies C et V de Sirius, dans le même sens. Avec cette disposition, on trouve une coïncidence pour Régulus sensiblement parfaite, mais l'observation est très-difficile.

On sait déjà que les raies spectrales brillantes des nébuleuses planétaires et de celle d'Orion appartiennent à l'hydrogène et à l'azote. Mais, comme cette dernière substance présente deux spectres d'ordres différents, il était intéressant de reconnaître auquel des deux correspondait la ligne brillante verte qui est la principale. Ayant produit dans un tube de Geissler successivement les deux spectres, le P. Secchi a constaté que, dans le spectre de premier ordre, la raie de la nébuleuse correspond à un espace obscur; elle correspond à une magnifique raie brillante dans le spectre de second ordre. Or, comme la formation de ce spectre exige une force électrique considérable et une température plus élevée, il est évident que la matière de ces nébuleuses est dans cet état de plus grande dissociation qui est propre au second spectre. La petite raie intermédiaire n'avait pas de correspondante dans le spectre obtenu.

Toutes ces remarques sont bonnes à enregistrer, bien qu'on ne voie pas encore leurs conséquences pratiques.

Digitized by Google

10

Chaleur de la lune et des étoiles.

Dans une première communication à l'Académie des sciences, M. Marié-Davy avait assuré que la chaleur de la lune est impossible à mesurer par nos moyens actuels d'observation. A cette objection, M. Volpicelli répondit par l'historique des travaux anciens concernant ce sujet; et de cet aperçu rétrospectif il tira la conclusion que les résultats négatifs obtenus par M. Marié-Davy devaient être attribués à ce que M. Marié-Davy avait négligé d'employer les moyens recommandés par Melloni dans cette circonstance.

M. Marié-Davy, dans une seconde communication, est revenu sur ce qu'il avait dit, et a expliqué le résultat de ses premières expériences par le défaut de sensibilité suffisante du thermomètre à air dont il s'était servi. Dans les nouvelles expériences qu'il a entreprises, il s'est servi d'une pile thermo-électrique construite, sur les conseils de M. E. Becquerel, avec les alliages de bismuth et d'antimoine, d'antimoine et de cadmium.

La pile thermo-électrique a été placée derrière l'oculaire de projection d'un équatorial de 9 pouces, placé dans le jardin de l'Observatoire impérial. La distance de la pile à l'oculaire était telle que le faisceau de rayons lunaires couvrait toute la face de la pile sans la déborder. L'appareil était protégé contre les influences extérieures par une double enveloppe métallique et par quatre ou cinq tours d'une étoffe noire.

Le mouvement d'horlogerie étant mis en marche, l'objectif était alternativement ouvert et fermé par un opercule, et l'on observait les déviations correspondantes de l'aiguille aimantée. Voici quelques-unes de ces observations :

Digitized by Google

Dates.	Age de la Lune.	Heure moyenne. h. m.	Déviation moyenne. d.	Valeur en degré. o
9 octobre 1869....	4e jour	7.32 S.	1,3	0,00017
10 —	5e jour	7.46	1,0	0,00013
12 —	7e jour	8.45	5,8	0,00075
12 —	7e jour	9.12	2,2	0,00029
17 — ...	12e jour	8.39	20,0	0,00260
20 —	15e jour	10 11	22,1	0,00287

Le maximum d'effet observé correspond à la série du 20 octobre. D'après les détails de cette série, que donne M. Marié-Davy, les déviations successives étaient comprises entre 19,2 et 2,66; la moyenne était 22,1.

Le rapport de la surface de l'objectif à la surface éclairée de la pile était de 230 environ. Si l'on admet que les 75 centièmes de la lumière qui tombe sur l'objectif arrivent jusqu'à la pile, le pouvoir de concentration de la lunette se trouvait égal à 247 environ. La déviation obtenue le 20 octobre correspondrait alors à 12 millionièmes de degré pour les rayons lumineux directs de la Lune. C'est à peu près la soixantième partie du résultat obtenu par M. Piazzi Smith sur le pic de Ténériffe, et en opérant sur la totalité des rayons lunaires. La chaleur émise par la lune croît rapidement avec la phase; mais la hauteur de l'astre et l'état du ciel, même sans nuages, influent beaucoup sur son intensité.

M. Baille qui a fait des expériences sur le même sujet à l'école Polytechnique, a pu constater une action calorifique sensible dans la radiation lunaire.

Cet observateur s'est servi d'une pile thermo-électrique carrée, placée au milieu d'un miroir concave de 39 centimètres d'ouverture, et reliée à un galvanomètre très-sensible, construit sur le modèle de ceux de Sir W. Thompson. En plaçant la main à 1 mètre de la pile, on arrivait à produire une déviation d'environ 1 centimètre.

Avec cet appareil, M. Baille a obtenu, dans le sens de l'échauffement, une déviation variant constamment entre 1 et 2 millimètres, lorsque les rayons de la lune étaient concentrés sur la pile. Il s'est assuré, par des expériences

Digitized by Google

multipliées, que la déviation obtenue était bien due à la radiation de la lune.

Pour apprécier cette chaleur, il a pris un cube d'eau bouillante, à face noire, de $6^c,5$ de côté. Placé à $0^m,50$ de la pile, ce cube donnait une déviation de 195 millimètres; à 1 mètre, la déviation était de 50 millimètres, ce qui satisfait à très-peu près à la loi de l'inverse du carré des distances. En tenant compte de la surface rayonnante, on trouve qu'il faudrait placer le cube entre 34 et 35 mètres pour avoir une déviation de $1^{mm},5$.

Donc la pleine lune à Paris, pendant les mois d'été, envoie autant de chaleur qu'une surface noire égale, maintenue à 100 degrés, et placée à peu près à 35 mètres de distance. Il est difficile d'apprécier avec quelque sûreté, au moyen de cet appareil, la valeur de cette chaleur en degrés thermométriques.

Ces mesures, dues à M. Baille, confirment les résultats de M. Piazzi Smith, de lord Rosse, et ceux que M. Marié-Davy a indiqués dans son dernier travail.

M. William Huggins s'était déjà livré, pendant l'hiver de 1866-67, à d'intéressantes recherches sur la chaleur des astres. Le galvanomètre à aiguilles astatiques, dont il faisait usage, était si sensible que le courant thermo-électrique produit lorsqu'on tenait entre le pouce et l'index les bouts de deux fils de cuivre différents, donnait une déviation de 90 degrés. La pile thermo-électrique était placée dans un tube de carton, fermé par deux glaces et entouré de coton, que l'on attachait à l'extrémité d'une lunette de 8 pouces d'ouverture. La lunette étant dirigée sur une étoile, on pouvait la maintenir au même point par un mouvement d'horlogerie.

La moyenne d'un certain nombre d'observations de Sirius a donné une déviation de l'aiguille de 2 degrés. Pour Pollux, on a trouvé : 1^0 5; pour Régulus, 3^0; Castor n'a pas donné de résultat; Arcturus a fait dévier l'aiguille de 3^0 en quinze minutes.

Digitized by Google

11

Le télescope de Grubb et les photographies de la lune.

M. Grubb, de Dublin, a construit pour le gouvernement de Melbourne (Australie), sous la surveillance d'un comité de la Société royale d'astronomie, un grand télescope monté équatorialement. Le miroir a $1^m,20$ de diamètre et 30 pieds de foyer, et son poids, y compris la monture, est d'environ 2000 kilogrammes. Le tube est entouré d'un treillage en fer plat, mais principalement composé de barres d'acier assemblées autour de solides anneaux de fer. Les parties mobiles de la monture pèsent environ 10 000 kilogrammes. Pour rendre les mouvements assez doux, tous les coussinets sont supportés par un appareil qui annule le frottement.

Ce télescope est si facile à manier, malgré ses énormes dimensions, que deux personnes peuvent le faire tourner, en quarante-cinq secondes, sur les deux axes polaire et de déclinaison.

L'instrument, qui embrasse tout l'hémisphère visible, est mis en mouvement par une excellente horloge.

M. Grubb a fait hommage à la Société française de photographie d'images photographiques de la lune prises à l'aide de ce télescope monumental, dans une chambre noire, montée à l'extrémité du tube treillagé. Le temps de pose a varié d'une demi-seconde à deux secondes; les parties brillamment éclairées de la lune étaient exposées un temps plus court que celles avoisinant le bord obscur.

Les opérations ont été conduites comme il suit. Le petit miroir étant enlevé et un appareil photographique étant établi à sa place, on s'est servi d'un morceau de verre collodionné pour mettre au foyer, à l'aide d'un microscope de faible puissance; la mise au point était vérifiée derrière le centre de cette plaque. Le télescope était alors dirigé vers

Digitized by Google

une étoile de petite grandeur, et la plaque mise au foyer en observant à travers le microscope. Le télescope a été alors dirigé vers la lune, et l'horloge mise en mouvement et réglée. La plaque étant préparée et l'horloge en marche, le télescope est abaissé en déclinaison, la plaque mise au châssis ; le télescope est encore relevé en déclinaison. Toutes ces opérations ont pour but de suivre les rapides déplacements de la lune.

Jusqu'ici M. de la Rue en Angleterre et le P. Secchi à Rome avaient seuls réussi à produire des photographies de la lune dignes d'attirer l'attention des physiciens et des astronomes. Les épreuves obtenues avec les gigantesques instruments de M. Grubb, et dans l'atmosphère sereine de l'Australie, vont faire pâlir les chefs-d'œuvre de l'art européen.

12

Un nouvel Observatoire à Paris.

Après deux mois consacrés à la discussion, en comité secret, des propositions formulées par une commission spéciale, sur le projet de supprimer ou de transférer hors de Paris l'Observatoire impérial, l'Académie des sciences a émis un avis.

L'Académie avait à examiner plusieurs projets : la suppression de l'Observatoire actuel et sa translation en un lieu voisin de Paris; — le maintien pur et simple de l'Observatoire impérial; — la création d'un nouvel Observatoire non loin de Paris, avec le maintien de l'établissement actuel.

C'est cette dernière proposition, formulée par M. Combes, qui a rallié tous les suffrages. Cette motion conciliante était ainsi formulée : « Il importe que l'Observatoire impérial actuel de Paris soit conservé sans aucun amoindrissement, en y ajoutant des logements pour les observateurs ; mais il est nécessaire qu'un autre observa-

Digitized by Google

toire de premier ordre, répondant à tous les besoins de la science, avec logements pour tout le personnel, soit fondé dans un lieu convenablement choisi en dehors et à proximité de la ville de Paris. »

Le vote de cette proposition a été accompagné d'un épisode qui rentre dans le domaine de la comédie, car il rappelle la plaisante équivoque sur laquelle Beaumarchais se joue avec tant d'esprit dans le troisième acte de *Figaro*, à propos d'une virgule ajoutée ou supprimée, et qui annule ou confirme la promesse de mariage de Marceline. Quelques académiciens voulaient que l'on ajoutât une virgule entre les mots *un autre observatoire* et les mots *de premier ordre*. Cela voulait dire que l'Observatoire impérial actuel n'est pas de premier ordre, et que cette qualification supérieure ne doit appartenir qu'au nouvel établissement projeté. C'était rabaisser par trop notre grand établissement astronomique; car il ne peut venir à la pensée de personne de ne pas le considérer comme un observatoire de premier ordre. C'est ce que M. Le Verrier n'a pas eu de peine à faire comprendre, et la malheureuse virgule, dûment battue en brèche, a opéré sa retraite, pour la plus grande gloire de l'astronomie officielle.

Cette décision devait obtenir une approbation générale, car elle donne, en apparence, satisfaction à tout le monde. Elle répond au désir, généralement exprimé, de voir un nouveau centre d'études astronomiques et météorologiques s'élever en France, sous l'égide et avec l'appui du gouvernement, et elle n'entraîne pas la brutale et inutile destruction d'un établissement de premier ordre, quoi qu'on en dise, qui a dans l'histoire de la science et dans celle de notre patrie de puissantes et glorieuses racines, qu'on ne saurait arracher de gaieté de cœur.

Chacun a donc considéré cette décision comme une victoire. Tandis que les adversaires de l'état de choses actuel s'applaudissaient de voir un établissement rival se dresser en face de l'Observatoire de Cassini et de Louis XIV, M. Le Verrier regardait la décision de l'Académie comme un triom-

Digitized by Google

phe personnel, car il l'enregistre avec une certaine satisfaction dans le *Bulletin de l'association scientifique de France*, sans faire d'ailleurs aucunement mention du nouvel Observatoire dont la construction est décidée.

Ce qui fait penser, à tort ou à raison, à M. Le Verrier que l'Observatoire projeté n'est pas encore près de voir le jour, c'est que sa construction et son aménagement en instruments et appareils coûteront des sommes considérables. Or, dans notre beau pays de France, on trouve toujours des fonds pour les besoins de la guerre et des travaux publics, mais quand il s'agit de sciences, la chose est plus difficile. Déjà la commission du budget du Corps législatif de 1869 a manifesté des velléités assez décourageantes à cet égard, en déclarant qu'aucun engagement relatif aux dépenses du nouvel Observatoire ne devra être pris sans l'avis préalable de la commission du budget. On sait ce que cela veut dire.

Par cette manifestation *in extremis*, le Corps législatif, dont le mandat a expiré en 1869 restait fidèle à cet esprit d'obscurantisme et de routine qui lui a fait toujours repousser, ou considérablement réduire, les diverses allocations demandées en vue du développement des sciences. Les idées progressives dont M. Duruy a donné plus d'une preuve dans ces dernières années, et qui lui compteront, sinon à titre de fait accompli, du moins à titre de bonne intention, n'ont pas trouvé de plus constant adversaire, d'ennemi plus direct que la commission du budget du dernier Corps législatif, juste reflet des sentiments et des vues de cette assemblée.

On ne pouvait d'ailleurs espérer mieux d'une chambre composée uniquement de propriétaires et d'avocats, et qui n'aurait pu citer parmi ses membres un seul homme appartenant à la science : un physicien, un chimiste, ou un ingénieur.

Il est vrai que la nouvelle Chambre des députés n'est pas plus riche que sa devancière en représentants de la science.

Digitized by Google

13

Un observatoire sur le Puy-de-Dôme.

M. Alluard, commandant du génie à Clermont-Ferrand, a présenté au ministre de l'instruction publique le projet de l'établissement d'un observatoire météorologique au sommet de Puy-de-Dôme. M. Faye, membre de l'Institut, chargé par le ministre d'étudier ce projet, l'a approuvé sans réserves.

Il s'agirait d'édifier sur le plateau qui forme le sommet du Puy-de-Dôme, à l'endroit même où fut réalisée la célèbre expérience de Pascal, un observatoire formé de solides casemates adossées au roc, et capables de défier l'effort des plus rudes tempêtes. Un fil télégraphique rattacherait cet observatoire aérien à un laboratoire de recherches établi à la Faculté des sciences de Clermont. On croit que la dépense totale ne dépassera pas 60 000 fr., qui seraient fournis par la ville, le département et l'État.

Sur le sommet du Puy-de-Dôme, on a un tour d'horizon complétement dégagé, ce qui ne se trouve que rarement, même sur les plus hautes montagnes. Les volcans éteints de l'Auvergne sont rangés en file, sur huit lieues de longueur, au nord et au sud, mais largement dominés par la cime du Puy-de-Dôme.

Ce puissant sommet forme un plateau fortement accidenté, qui a quelques hectares d'étendue. Pour bâtir, on aura la pierre sur le sommet même. Un cratère voisin, le *Nid de la Poule* ou le *Puy de Parieu*, fournira de la pouzzolane. L'eau est à mi-côte. M. Faye propose, en outre, d'augmenter la couche de terre végétale déjà épuisée en certains endroits, et d'y planter des cèdres. Une citerne serait creusée au milieu de la dépression centrale du plateau.

Les observatoires, tant astronomiques que météorolo-

Digitized by Google

giques, n'ont été établis jusqu'à ce jour qu'à de faibles hauteurs. Il est évident que la science pourrait beaucoup attendre de la création d'un centre d'observations scientifiques à une grande élévation. Que ne pourrait-on pas espérer, par exemple, d'une étude faite au sommet du Puy-de-Dôme, du phénomène de la formation de la grêle, dont la cause est encore si obscure, malgré les innombrables observations dont elle a été l'objet ? Pour cette raison et pour bien d'autres, il faut donc souhaiter la réalisation de ce beau projet d'un observatoire aérien.

14

Une conspiration contre le système métrique français. — L'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg et la *Conférence géodésique* de Berlin attaquant les bases scientifiques de ce système. — Sa défense à l'Académie des sciences de Paris. — Résultat et conclusion. — Victoire du système métrique.

Il était question, depuis plusieurs années, d'une campagne qui s'organisait à l'étranger contre le système métrique. Le grand défaut de ce système, c'est d'être d'origine française, ou, pour parler plus correctement, d'avoir été adopté par une commission internationale siégeant à Paris à la fin du siècle dernier. La jalousie de peuple à peuple, qui se glisse même dans le domaine des sciences, est intervenue ici très-malheureusement. A mesure que le système métrique faisait des progrès chez les nations des deux mondes, l'urgence semblait de plus en plus pressante d'attaquer comme inexactes les bases scientifiques sur lesquelles repose l'unité de mesure de longueur dans ce système, c'est-à-dire le mètre. On insistait, en l'exagérant singulièrement, sur l'erreur qui a pu être commise au siècle dernier dans la mesure de la longueur du méridien terrestre. On ajoutait que, même en supposant exacte cette détermination, la longueur de tous les méridiens ne sau-

Digitized by Google

rait être considérée comme la même, car des modifications ont pu survenir en certains points du relief terrestre, par des accidents géologiques, par des affaissements du sol ou la formation de montagnes nouvelles. Il faudrait donc considérer, disait-on, le mètre comme la dix-millionième partie de la distance du pôle à l'équateur, non dans toutes les parties du globe, mais seulement le long du méridien de Paris, pour lequel on a effectué les calculs avec les éléments connus au siècle dernier.

L'unité de poids, le kilogramme, qui est déduite elle-même du mètre, puisque le gramme est le poids d'un centimètre cube d'eau distillée, était également prise à partie. On reprochait aux créateurs du système métrique d'avoir considéré l'eau à son maximum de densité, c'est-à-dire à + 4°,1, et non à 0°, température qui est universellement adoptée pour fixer la densité, et par conséquent le poids, de tous les corps connus.

Il n'est pas difficile de faire une réponse satisfaisante à ces objections.

En admettant qu'il se soit glissé une erreur dans la mesure de la dimension du sphéroïde terrestre, ou que la courbure de la terre se soit modifiée depuis la fin du siècle dernier, rien ne pourra jamais être changé aux dimensions absolues du mètre. Ces dimensions sont fixées d'une manière irrévocable; elles sont représentées par une règle de platine, qui est conservée dans les Archives de l'État, type fondamental sur lequel ont été fabriqués les milliers d'étalons qui servent aujourd'hui de mesure, tant en France qu'en différents pays du monde. Peut-être faudra-t-il renoncer à la petite satisfaction de considérer notre unité de mesure comme une fraction exacte des dimensions du globe terrestre; mais cette désillusion morale ne peut rien enlever à la valeur absolue du type fondamental d'une mesure qui pourra servir indéfiniment de copie à de nouveaux étalons.

Quant à la convention qui a fait considérer le kilogramme comme le poids d'un décimètre cube d'eau à son

Digitized by Google

maximum de densité, et non à zéro, c'est là une pure question de mots, qui n'affecte en rien la base du système de nos mesures. Il serait facile, à la rigueur, de modifier cette unité de poids d'après cette considération ; mais ce serait une folie que de songer à toucher à la valeur du kilogramme, en présence de son emploi universel depuis un demi-siècle. Il suffira, dans le langage scientifique, de modifier la définition du kilogramme, et tout finira avec cette concession de mots.

Telles sont les objections que l'on pouvait faire au système métrique et les réponses à ces objections. Les réponses étaient, on le voit, nettes et simples. Mais tous les savants étrangers ne l'entendaient pas ainsi. Ils prenaient plaisir à colporter et à envenimer les critiques contre notre système général de poids et mesures.. L'extension graduelle, la propagation incessante des mesures dites françaises, a fait comprendre à ces mêmes savants qu'il n'y avait pas de temps à perdre, si l'on voulait empêcher la généralisation de ce système dans le monde entier, et que le moment était venu d'entrer vraiment en campagne.

C'est pour cela que l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, sous l'inspiration du physicien Jacobi, a fait rédiger un mémoire dans lequel on demande catégoriquement la révision de l'unité métrique dans une conférence européenne. Ce mémoire a été communiqué à l'Académie des sciences de Paris, dans la séance du 8 août 1869, et le même travail a été l'objet d'une discussion approfondie dans les séances de l'Association britannique, tenue au mois de septembre à Exeter.

Nous venons de dire que le moment pressait de commencer la campagne contre le système métrique, en présence de la diffusion toujours croissante de l'emploi des nouvelles mesures chez les nations étrangères. Un coup d'œil jeté sur ses progrès chez les nations des deux mondes justifiera cette proposition.

Digitized by Google

Aujourd'hui douze États étrangers ont introduit et prescrit officiellement le système métrique : la Belgique, les Pays-Bas, l'Italie, les États de l'Église, l'Espagne, le Portugal, la Grèce, le Mexique, le Chili, le Brésil, la Nouvelle-Grenade et les républiques de l'Amérique méridionale.

Les Expositions universelles de 1855, 1862 et 1867, en rapprochant, en mettant en rapport les savants, les ingénieurs, les industriels, les commerçants de toutes les nations, ont mis de plus en plus en évidence les avantages d'un système d'unités communes qui serviraient de bases à tous les travaux, à tous les calculs, à toutes les transactions, qui constitueraient en quelque sorte un langage universel.

Déjà dans une grande partie de l'Europe, sans prescriptions administratives, sans mesures légales et par la seule force des choses, la plupart des savants et des ingénieurs ont adopté pour leurs calculs, pour leurs travaux, pour l'enseignement, l'usage des mesures métriques. Là où il n'est pas prescrit par la loi, il est souvent, comme en Angleterre, autorisé par elle ; partout il est admis ou toléré.

Des commissions scientifiques, internationales ou libres, se sont prononcées, à diverses reprises, sur cette question. Toutes, sous des formes et parfois avec des restrictions différentes, ont admis en principe l'utilité générale et l'opportunité de l'adoption d'un système décimal des mesures conforme à celui de la France et basé sur les étalons métriques déposés dans nos Archives.

En Angleterre, les esprits sont partagés sur la convenance d'adopter le système métrique, non en raison de ses prétendus défauts, mais par la difficulté qu'on éprouve toujours, dans ce pays routinier, à vaincre les habitudes nationales. Cependant la commission nommée par le gouvernement pour examiner cette question se prononçait nettement pour l'adoption du système français, dans un rapport publié en 1869, et dont voici les conclusions :

Digitized by Google

« Considérant les résultats des renseignements recueillis par la commission sur le grand développement des relations internationales, spécialement en ce qui concerne l'industrie et le commerce ;

« L'adoption générale du système métrique des poids et mesures dans plusieurs États, soit de l'Europe, soit des autres parties du monde, et plus récemment dans la Confédération de l'Allemagne du Nord et dans les États-Unis d'Amérique ;

« Les progrès de l'opinion publique de ce pays en faveur du système international uniforme des poids et mesures, et sur la généralisation de l'emploi de ce système dans les recherches scientifiques et la pratique des travaux de chimie et de génie civil ;

« La commission est d'avis qu'il y a lieu, pour le gouvernement, de régler par des dispositions législatives et de faciliter l'introduction et l'usage des poids et mesures métriques dans le royaume uni ;

« Que, dans ce but, nos étalons métriques, comparés avec soin avec les étalons primitifs de Paris et déposés parmi les étalons officiels du département du commerce, soient légalisés, et que des copies vérifiées de ces étalons métriques puissent être mises à la disposition des autorités locales pour les inspecteurs des districts qui en exprimeront le désir.

« La commission pense que la nomenclature française doit être introduite en ce pays, aussi bien que les divisions décimales du système métrique. »

Le gouvernement de l'Inde anglaise, dans un rapport longuement motivé, et basé sur les difficultés sans nombre que crée au commerce la multiplicité des mesures en usage dans les diverses parties de ce vaste empire, proposait en 1867 de s'adresser, par l'intermédiaire des autorités compétentes, au bureau du ministère de l'intérieur, à Paris, à l'effet d'obtenir une série complète de mesures métriques vérifiées avec soin. Aujourd'hui cette adoption est un fait consommé. Le système métrique doit être enseigné dans toutes les écoles du gouvernement de l'Inde, et sa connaissance doit être exigée dans tous les examens de l'Université et de tous les candidats aux fonctions publiques.

En présence d'un mouvement aussi général, il devenait

Digitized by Google

urgent, on le voit, de commencer l'attaque contre un système qui menaçait de conquérir entièrement le monde civilisé.

Le premier brûlot fut lancé, en 1867, dans une conférence allemande. La Conférence géodésique internationale, réunie à Berlin, proposa nettement la recherche d'un nouveau type de mesure, autre que le type français. Ce nouveau type serait arrêté dans une réunion de savants choisis dans toute l'Europe. La Conférence géodésique allemande formula cette proposition en ces termes :

« Il est dans l'intérêt des sciences en général, et de la géodésie en particulier, qu'un système unique de poids et mesures, avec subdivisions décimales, soit adopté en Europe.

Afin de définir l'unité commune des mesures pour tous les pays de l'Europe et pour tous les temps, aussi exactement et aussi invariablement que possible, la commission recommande la construction d'un nouveau mètre prototype européen. La longueur de ce mètre européen devrait différer aussi peu que possible du mètre des Archives de Paris, et doit en tous cas lui être comparée avec la plus grande exactitude.

La construction du nouveau prototype, ainsi que la confection et la comparaison de ses copies destinées aux différents pays, devraient être confiées à une commission internationale dans laquelle les États intéressés seraient représentés. »

C'est à la suite des résolutions de cette conférence que l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, prenant en main la question, fit rédiger par M. Jacobi, au mois de juillet 1869, le rapport dont nous parlons, et qui était une attaque en forme de tout notre système de poids et mesures.

C'est ce que l'on va reconnaître à la lecture de quelques passages du travail de M. Jacobi. Le physicien russe renouvelait, sans aucune atténuation, les critiques qui ont été dirigées depuis quelques années contre ce système.

« L'insuffisance et l'inexactitude relative de ces mesures, disait M. Jacobi, ont été généralement reconnues et démontrées jusqu'à l'évidence par l'argumentation puissante et péremptoire

Digitized by Google

du célèbre Bessel, de manière qu'il est impossible que dorénavant le monde savant revienne à la recherche de pareilles mesures. Aussi est-il démontré que l'étalon du mètre gardé aux Archives de France n'est pas la dix-millionième partie du quart du méridien; que sa longueur en est seulement une partie quelconque, dont le rapport n'est défini et valable que pour une certaine époque, et auquel il faut appliquer des corrections à chaque nouveau progrès réalisé dans notre connaissance de la figure de la terre. L'étalon en question a donc dû renoncer au caractère d'une mesure naturelle qu'on lui supposait posséder à son origine, et il n'est aujourd'hui qu'une mesure arbitraire et de convention. »

M. Jacobi se plaignait ensuite de la nécessité, pour les nations étrangères, de demander à Paris la communication de la longueur exacte du mètre, quand elles veulent fabriquer pour elles-mêmes de nouveaux étalons. Il affectait de craindre que, par les progrès du temps, ces mesures ne finissent par perdre de leur exactitude, à la suite du manque d'uniformité voulue entre leurs prototypes :

« Les gouvernements, disait M. Jacobi, obligés, par des nécessités scientifiques ou pratiques, à se procurer des copies exactes des étalons prototypes métriques pour pouvoir y rapporter leurs propres mesures, ne peuvent obtenir ces copies à moins de demander le consentement des autorités de France, et d'envoyer, à cet effet, des délégués à Paris. Il est vrai que ce consentement n'a jamais été refusé, et a même été accordé avec toute la prévenance possible, sous condition toujours de se servir des comparateurs disponibles au Conservatoire impérial des Arts-et-Métiers, et de ne pas prendre ces copies directement des étalons des Archives, mais des étalons du Conservatoire, confectionnés en même temps, avec les mêmes matières et par les mêmes artistes des Archives. De cette manière, un assez grand nombre de ces copies, faites pour la plupart avec beaucoup de soin, sont répandues aujourd'hui dans plusieurs parties du monde; elles peuvent satisfaire parfaitement, il faut l'avouer, aux besoins du commerce et de l'industrie.

Cependant, on ne saurait méconnaître que cette manière de procéder isolément et d'abandonner une aussi importante

Digitized by Google

affaire presque au hasard, n'est pas à la hauteur de la tâche qu'il s'agit d'accomplir. En effet, toutes les copies dont nous venons de parler, et qui sont destinées à servir de prototypes pour les différents pays, ont été faites indépendamment l'une de l'autre, sans avoir rien de commun entre elles, ni par la matière dont elles ont été confectionnées, ni par les méthodes et les instruments à l'aide desquels elles ont été comparées, ni par la température à laquelle cette comparaison a été faite, ni par le coefficient de leur dilatation, non plus que par leur construction et leurs dimensions, que par les règlements concernant leurs erreurs tolérables, et par la manière dont les étalons sont conservés. On conçoit que ce manque d'uniformité entre les différents prototypes ne peut manquer de faire naître des incertitudes et des diversités regrettables aussi bien au point de vue des exigences de la science et de la technique, que de la nécessité du commerce et de l'industrie. Ces diversités qui se font sentir même à l'époque actuelle, et qui seront encore plus sensibles à l'avenir, ne manqueront pas de compromettre l'uniformité tant désirée et l'œuvre dont notre époque pourrait se faire une gloire.

Il est à prévoir que dès qu'on ne procède pas dans cette affaire avec toute la solidité convenable, qu'on n'emploie pas dans la confection des étalons prototypes une rigueur extrême, et tous les moyens dont la science dispose aujourd'hui pour rendre ces étalons aussi uniformes que possible, qu'on se contente au contraire de demi-mesures et de l'admission d'erreurs tolérables sur lesquelles chaque gouvernement aurait ses différentes appréciations au point de vue du commerce international, il est à prévoir qu'il y aura à l'avenir des mètres des États-Unis, de l'Angleterre, de la Confédération de l'Allemagne du Nord, de l'Autriche, de la Suisse, du Danemark, etc., aussi bien qu'il y a aujourd'hui des pieds différents et des aunes différentes dans ces pays. »

M. Jacobi, après avoir rappelé les critiques formulées par la Conférence géodésique de Berlin contre le système métrique, qu'il appelait « des manifestations éclatantes de l'opinion, » déclarait qu'un système universel de poids et mesures ne peut sortir de travaux isolés et qu'on ne pourrait atteindre ce but que par des travaux communs organisés convenablement; qu'enfin il était indispensable *d'attirer sur cette affaire toute l'attention des gouvernements*

Digitized by Google

qui, nécessairement, y devraient prêter leur concours par la nomination d'une commission internationale, composée de délégués de tous les pays, et à laquelle serait confiée la confection des étalons prototypes des mesures de longueur, de capacité et de poids.

M. Jacobi ajoutait à ces prescriptions celle qui fut formulée par le cinquième Congrés international de statistique, qui porte qu'une commission sera chargée, outre la construction d'un type nouveau d'étalons de mesure, « de corriger les petits défauts scientifiques du système métrique. »

En résumé, M. Jacobi, ou l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, comme on voudra, demandait qu'une commission internationale se réunît dans une des capitales de l'Europe, avec la mission de régler la confection d'un nouvel étalon de mesures qui serait substitué au mètre actuellement en usage.

C'est dans la séance du 8 août que le mémoire de M. Jacobi fut communiqué à l'Académie des sciences de Paris, en même temps qu'il était envoyé à l'Association britannique, réunie à Exeter.

La réponse à cette attaque ne se fit pas attendre. Avec un empressement qu'il faut louer, car il est peu dans les habitudes académiques, M. Dumas, dès la séance suivante, c'est-à-dire le 16 août, répondit, au nom d'une commission spéciale, à la missive de Saint-Pétersbourg.

Voici ce que l'éminent académicien répliquait aux raisons spécieuses invoquées par M. Jacobi pour bouleverser les habitudes de la plus grande partie des nations civilisées, en ce qui concerne les poids et mesures.

Il commençait par établir que le grand reproche que l'on adresse au système métrique, d'être une conception toute française, manque de fondement, car le travail immense qu'il a nécessité s'est fait par le concours de savants de tous les pays, que l'Assemblée constituante avait convoqués à cet effet. Le travail, commencé en 1790, sur la

Digitized by Google

proposition de Talleyrand, s'achevait en 1798, et dès le début de cette entreprise la France avait invoqué pour cette œuvre difficile les lumières de plusieurs savants étrangers. Le procès-verbal du dépôt des étalons du mètre et du kilogramme, qui existe dans nos Archives impériales, porte la signature de neuf des délégués étrangers. Le mètre avait été adopté sur le rapport définitif du délégué de la Hollande, Van Swinden, et le kilogramme sur celui de Trallès, délégué de la Suisse.

Parmi les trente-deux personnages, la plupart illustres, qui ont coopéré aux premiers travaux relatifs à la détermination du mètre et du kilogramme, on compte les savants les plus autorisés. Laplace et Lagrange y représentent la géométrie; Borda, Delambre, Méchain, Prony, et plus tard Biot et Arago, la géodésie; Lavoisier, les sciences physiques; Lenoir et Fortin, la construction des instruments.

La tradition fait remonter à Laplace une bonne part dans la conception du système. Elle attribue à Borda le mérite du plan des opérations géodésiques, et à Lavoisier la responsabilité de la marche adoptée pour la détermination du kilogramme.

La répartition des premières copies authentiques du mètre et du kilogramme prouve sur quel pied d'égalité les nations étrangères et la France furent placées pendant ce travail, et au moment de sa conclusion. En effet, douze exemplaires du mètre ayant été comparés au prototype et leur exactitude ayant été reconnue, ils furent distribués sans distinction, pour leurs divers États, entre les commissaires, au moment de clore leur travail, et les étrangers en reçurent dix.

Arrivant à l'objet essentiel du débat, le rapporteur de l'Académie répond comme il suit aux objections de M. Jacobi.

« Trois questions, dit M. Dumas, sont posées : 1° le mètre prototype des Archives représente-t-il l'unité fondamentale du

Digitized by Google

système métrique? 2° Le kilogramme des Archives représente-t-il l'unité de poids? 3° Peut-on donner aux gouvernements qui veulent adopter le système métrique le moyen de se procurer avec certitude des étalons du mètre et du kilogramme absolument conformes à ces deux unités?

Les membres de votre commission n'ont jamais hésité à ce sujet, et leurs nouvelles conférences n'ont fait que les fortifier dans leur sentiment.

Le mètre et le kilogramme des Archives sont des prototypes représentant, l'un l'unité fondamentale du système métrique, l'autre l'unité de poids. Ils doivent être conservés comme tels, sans modification.

En effet, ce serait bien mal connaître la pensée des savants illustres qui ont préparé et exécuté le travail relatif à la détermination des bases du système métrique, que de supposer qu'ils aient considéré la distance du pôle boréal à l'équateur comme invariable sur tous les méridiens, et la méridienne qui traverse la France comme représentée elle-même par des chiffres absolus.

La valeur du mètre changerait donc avec les pays et les époques, si l'on n'acceptait comme unité fixe la valeur qui lui a été attribuée par leurs premières opérations. Les changements, il est vrai, resteraient absolument insensibles dans la pratique; ils auraient néanmoins pour effet de jeter le trouble dans les travaux scientifiques et d'exiger, pour leur comparaison de nation à nation, ces calculs de conversion qu'on a voulu éviter par l'adoption d'un type commun.

La France est d'autant moins libre de considérer la valeur du mètre, dont elle a gardé le prototype, comme destinée à subir les variations qui seraient indiquées par les nouvelles mesures du méridien qu'on pourrait exécuter, qu'elle n'a pas adopté seule cette unité fondamentale; que, comme nous l'avons rappelé, diverses nations ont concouru par leurs délégués au travail de sa commission primitive des poids et mesures, et que depuis le commencement du siècle beaucoup d'autres ont adopté le système métrique et fait exécuter des étalons authentiques de son unité.

A l'égard du kilogramme, on lui reproche de représenter le poids du litre d'eau au maximum de densité, et non le litre d'eau à zéro, par exemple, quantité mieux définie. Il est bien connu que les expériences relatives à la détermination du kilogramme ont été effectuées à zéro ou à quelques dixièmes de degré au-dessus. Rien n'était donc plus facile que de s'en tenir à

Digitized by Google

ces premiers résultats. Il est également certain que les savants français avaient admis, en formulant leur programme, que l'unité de poids serait le décimètre cube d'eau liquide à zéro.

C'est un acte de déférence envers M. Trallès, délégué de la Suisse, qui a fait accepter, par les commissaires français, le maximum de densité de l'eau comme terme fixe.

Faut-il le regretter? Nous ne l'examinons pas. Le kilogramme des Archives est une unité tellement conforme à sa définition, qu'il serait impossible de la modifier d'une manière appréciable pour les besoins de la société. »

On pourrait peut-être songer à faire pour la science un kilogramme spécial; mais cette pensée ne répondrait à rien d'utile. Il sera plus simple de modifier, comme nous le disions plus haut, la définition scientifique du kilogramme, ce qui serait accepter tacitement l'erreur qui a été commise en considérant l'eau à son maximum de densité, au lieu de la prendre à zéro.

En résumé, l'Académie des sciences de Paris ne saurait accepter, ni pour la détermination du mètre, ni pour celle du kilogramme, qu'il y ait lieu d'entreprendre de nouvelles opérations pour fixer les deux types de ces mesures. Si, sous prétexte de progrès, on admettait que ces types puissent être modifiés aujourd'hui, leur instabilité se perpétuerait d'âge en âge. Les savants de chaque siècle pourraient, en effet, avoir la prétention d'introduire, à leur tour, de nouvelles corrections dans les méthodes employées par leurs prédécesseurs, et ainsi le travail serait toujours à recommencer, au grand détriment des intérêts du monde entier.

La commission, après avoir décidé que les prototypes du mètre et du kilogramme déposés dans nos Archives doivent être maintenus comme invariables et comme appartenant à toutes les nations, a pourtant examiné ce qui restait à faire pour donner aux nations étrangères une certaine satisfaction, et permettre à leurs délégués d'intervenir dans l'étude des moyens à employer pour reproduire des copies authentiques du mètre destinées à servir d'étalons.

Digitized by Google

Pour conserver au système métrique son large caractère d'universalité, et pour dégager de plus en plus la France de toute prétention à une prépondérance qu'elle n'a jamais réclamée, il conviendrait, dit la commission, de continuer ce qui s'était fait dès l'origine de ce travail, et d'appeler à un nouveau concert les nations étrangères.

Elle propose donc de demander à notre gouvernement de provoquer la formation d'une commission internationale, qui serait chargée d'étudier les moyens d'exécution des étalons destinés aux divers pays, et de choisir les meilleures méthodes de comparaison ou les instruments de vérification qu'il convient de mettre en usage pour les obtenir, dans l'état actuel de la science.

Que M. Jacobi, membre de l'académie de Saint-Pétersbourg, attaquât notre système métrique, il n'y avait là rien de bien surprenant. Mais ce qui a étonné, c'est de voir un de nos académiciens français, M. de Pontécoulant, s'adjoindre ouvertement à la cohorte des adversaires du système métrique.

C'est ce que le savant et vénérable géomètre fit pourtant dans une lettre qui fut lue, le 27 septembre 1869, par le secrétaire perpétuel de l'Académie, et qui contenait une opposition trop formelle, trop déclarée contre les idées généralement reçues, pour que nous n'en citions pas ici les termes exacts.

M. de Pontécoulant écrivait que s'il ne s'agissait que de France, il n'y aurait point de motif satisfaisant pour changer le prototype de nos mesures; mais il ajoutait que la Conférence géodésique, réunie à Berlin en 1867, avait proposé de construire un nouveau mètre européen, dont la longueur devrait différer de celle du mètre des Archives de Paris. Cette conférence était dans son droit, disait M. de Pontécoulant, car il est difficile que nous prétendions imposer à toutes les nations une mesure que nous avons *adoptée d'urgence*, sous la pression de circonstances impérieuses et qui ne représente, *même pour nous*, qu'une

Digitized by Google

mesure absolument arbitraire et conventionnelle. M. de Pontécoulant, après cet exorde, ajoutait :

« Le rapporteur de l'Académie, en répondant par un *oui* des plus affirmatifs à cette question posée par lui-même : Le mètre prototype des Archives représente-t-il l'unité fondamentale du système métrique ? me paraît avoir commis *sciemment* une grave erreur. L'unité fondamentale du système métrique, ou le mètre, devait être, d'après l'institution de ce savant système, la *dix-millionième partie* du quart du méridien terrestre, de telle sorte que si, par un cataclysme nouveau, tous les étalons de nos mesures venaient à se perdre, on pût aisément les retrouver par de simples mesures géodésiques prises à la surface de la terre : c'est cette idée philosophique qui a présidé à la formation de ce grand système de poids et mesures que les autres nations nous envient; mais, forcée par l'empire des circonstances, et désirant faire jouir la France au plus tôt des bienfaits d'un système uniforme qui la sortît enfin du chaos des anciennes mesures, débris d'un régime dont la Révolution aspirait à effacer tous les abus, la commission n'attendit pas même que les opérations qui devaient servir à calculer l'arc du méridien, nécessaire pour la détermination de la base du système, fussent achevées complétement; on employa une ancienne mesure de Lacaille, en sorte que le mètre adopté diffère d'une quantité à peu près insensible, il est vrai, pour la pratique (un centième de ligne environ), du mètre véritable, tel qu'il aurait été si les prescriptions de la commission spéciale eussent été suivies.

De plus, on doit observer qu'il est aujourd'hui malheureusement prouvé qu'une erreur de 69 toises a été commise dans le calcul du méridien compris entre les parallèles de Barcelone et de Formentera; il en résulte que le mètre adopté n'est pas rigoureusement la dix-millionième partie du quart du méridien; d'après les derniers calculs de Bessel, le mètre *légal* est plus court que le mètre *réel* de 8 à 9 centièmes de millimètre.

Enfin, ajoutons encore que, pour la mesure des degrés du méridien, on a dû adopter l'aplatissement de la terre de 1/300, donnée encore entièrement arbitraire, et que la science peut changer chaque jour. On ne peut donc espérer imposer aux nations étrangères un système si éminemment et si spécialement applicable à notre pays, et l'on ne saurait s'étonner qu'une conférence composée de savants éclairés ait cherché un prototype de mesure plus universel, débarrassé des défauts et même

Digitized by Google

des erreurs matérielles qu'on peut reprocher au nôtre, et médité avec assez de maturité pour n'avoir rien à redouter des progrès de la science. »

C'est, avons-nous dit, dans la séance du 27 septembre que M. de Pontécoulant avait adressé à l'Académie des sciences cette lettre qui épouse si catégoriquement la cause des adversaires du système métrique. Cette attaque imprévue ne pouvait rester sans réponse. Aussi fut-elle relevée avec énergie, dès la séance suivante, par M. Faye d'une part, et M. Mathieu de l'autre.

M. Faye signala l'erreur commise par M. de Pontécoulant en parlant de la méridienne de Barcelone. Quand la mesure du méridien fut faite à Barcelone par MM. Biot et Arago, la valeur du mètre était déjà fixée depuis quinze ans, car elle a été calculée d'après les mesures faites par Méchain et Delambre en 1793, et non sur celles d'Arago et de Biot, faites en 1808.

M. Faye insista sur cette considération que les promoteurs du système métrique n'ont pas entendu attacher un sens absolu au mètre considéré comme fraction des dimensions réelles du globe. On n'ignorait pas, en 1799, que le degré de l'aplatissement du globe aux deux pôles n'était pas bien connu, et qu'il pouvait être variable. On ne pouvait donc avoir la prétention de poser le mètre comme unité de mesure exactement en rapport avec les dimensions de la terre. On ne pouvait évidemment avoir la prétention d'enchaîner d'avance les progrès de la physique terrestre.

M. Faye, dans une argumentation très-suivie, prouva qu'il n'y aurait aucun intérêt pratique à corriger le mètre de la plus imperceptible fraction, et qu'en entrant dans cette voie on s'exposerait à des dangers et à des inconvénients de toute nature.

M. Mathieu, de son côté, attaqua vivement la lettre de M. de Pontécoulant. Il rappela que la méridienne d'Espagne n'a jamais servi à la fixation du mètre, et maintint que les triangulations faites en Espagne, par Biot et

Digitized by Google

Arago, étaient parfaitement exactes. L'erreur ne prit sa source que dans les calculs.

M. Mathieu ajoute que le mètre n'a pas été, comme le dit M. de Pontécoulant, « adopté d'urgence sous la pression de circonstances impérieuses. » C'est confondre deux dates différentes, 1793 et 1799. Lacaille a pu se servir, en 1793, d'un mètre provisoire, pour opérer ses triangulations sur le terrain, mais le mètre porté à la barre de la Convention et arrêté légalement en 1799 est bien le mètre actuel, c'est-à-dire le mètre déposé aux Archives impériales.

En terminant la réfutation de la lettre de M. de Pontécoulant, M. Mathieu répéta ce qu'il faut dire sans cesse, à savoir : que le mètre est devenu l'unité légale d'un foule de nations modernes, et qu'il faut dès lors laisser de côté la question, plus ou moins discutable, de son origine historique. Si l'on voulait donner une suite sérieuse aux critiques formulées à l'étranger contre notre unité de mesure, il n'y aurait pas de raison pour ne pas changer de mètre à chaque siècle.

La petite escarmouche qui s'était passée à l'Académie des sciences, entre M. de Pontécoulant et ses contradicteurs, annonçait que la campagne depuis longtemps annoncée contre le système métrique ne tarderait pas à s'ouvrir.

Elle s'ouvrit, en effet, mais elle eut un dénoûment beaucoup plus rapide qu'on ne l'aurait attendu.

Les bases de notre système de mesure devaient être attaquées, au nom des progrès de la science et dans l'intérêt commun des nations étrangères à la France. Soulevée par l'Académie de Saint-Pétersbourg, arrêtée en principe dans la Conférence géodésique de Berlin, la controverse contre le mètre français devait être portée, avons-nous dit, devant notre Académie des sciences, par le physicien russe Jacobi. En effet, M. Jacobi a parlé et écrit. Il a parlé dans la séance du 18 octobre, et écrit à l'Académie dans la séance du 25 du même mois.

Mais hâtons-nous de dire que le système métrique est

Digitized by Google

sorti sain et sauf, ou pour mieux dire absolument vainqueur de la lutte annoncée. Des arguments qui devaient battre en brèche les bases scientifiques du système métrique, il n'a pas été dit un mot. Sans doute, les sentiments de blâme unanime qui avaient accueilli, au sein de l'Académie, l'attaque formulée par un mathématicien français, M. de Pontécoulant, et la réfutation brillante de ces dires accomplie par M. Faye et par M. Chevreul avaient éclairé le physicien russe sur la valeur des objections qu'il tenait en réserve et qui se trouvaient détruites, de fait, par la réponse si précise de M. Faye à l'argumentation de M. de Pontécoulant.

Quoi qu'il en soit, il est certain que M. Jacobi, dans sa communication du 18 octobre à l'Académie des sciences, ne dit rien des prétendues erreurs de mesure et de calcul dont seraient passibles les bases de notre système métrique. Faisant connaître le sentiment de l'Académie de Saint-Pétersbourg à l'égard du système métrique français, M. Jacobi nous a appris — ce que nous étions bien en droit d'ignorer — que l'Académie de Saint-Pétersbourg n'a jamais cessé de recommander l'adoption de ce système.

L'Académie de Saint-Pétersbourg a prêché, nous dit M. Jacobi, l'adoption générale du système métrique, et le physicien russe nous fait connaître ce qu'a fait cette Académie pour rendre ses convictions plus manifestes à cet égard. Elle a d'abord formellement émis le vœu que ses membres se servent à l'avenir, dans leurs publications, uniquement des poids et mesures du système métrique français. Ensuite elle a décidé que des invitations seraient adressées aux universités et autres corporations scientifiques et techniques du pays d'adopter le même moyen. Enfin, elle a soumis au ministre de l'instruction publique un mémoire pour l'engager à répandre dans les écoles primaires une connaissance plus étendue du calcul décimal et de ses applications au système métrique. Enfin, dès l'année prochaine, les observations météorologiques faites dans les nombreux établissements répandus sur le vaste territoire

Digitized by Google

de la Russie seront, dit M. Jacobi, publiées en mesures métriques.

Si ces décisions ne s'appliquent qu'aux travaux des savants, on ne saurait mettre en doute que, par la force des choses, le système métrique ne finisse par se répandre dans les usages et dans les habitudes de la Russie, comme il s'est déjà répandu chez presque toutes les nations des deux mondes.

Après l'énoncé de ces bonnes dispositions, on ne sera pas surpris d'entendre M. Jacobi déclarer, au nom de l'Académie de Saint-Pétersbourg, que cette Académie « reconnaît au système métrique français tous les avantages d'un système de poids et mesures, et qu'elle considère les étalons déposés aux Archives de France comme les étalons prototypes de ces mesures. »

« . . . En renonçant à toute alternative à cet égard, ajoute M. Jacobi, et en adoptant franchement comme son prototype l'étalon déposé aux Archives de France, le monde savant cède moins à une nécessité matérielle qu'au besoin de rendre un hommage éclatant, qui est en même temps un juste tribut de reconnnaissance, non-seulement à la glorieuse initiative de la France et de ses illustres savants, mais aussi aux sacrifices matériels et intellectuels qu'elle n'a pas cessé de supporter pendant plus d'un demi-siècle pour le développement de cette œuvre importante. »

On comprend qu'après une telle déclaration le procès fût terminé. Du moment, en effet, où les représentants de la science à l'étranger consentent à conserver le mètre comme mesure universelle, on n'a plus à s'entendre que sur les meilleurs moyens de propager dans le monde entier un système si solennellement accepté.

Quel concert de mesures audrait-il prendre pour assurer l'adoption générale du système métrique? Tel est l'objet principal de la communication faite à l'Académie des sciences par M. Jacobi, dans la séance du 18 octobre 1869.

Digitized by Google

M. Jacobi demande que la confection des étalons du mètre, et la conservation du prototype original, ne soient pas, comme cela a toujours été, réservées à la France seule. Il veut que l'étalon prototype, jusqu'ici exclusivement français, devienne désormais européen.

Cette prétention, nous devons le dire, a paru fondée. Quant au moyen qui permettrait de la réaliser, M. Jacobi demande qu'une commission internationale se réunisse, sous les auspices des gouvernements respectifs, pour fabriquer les étalons, que chaque nation pourrait ensuite reproduire elle-même sans avoir jamais à s'adresser à la France.

Le travail collectif de cette commission, composée de savants et de délégués de tous les pays, consistera à faire fabriquer à la fois, et dans les meilleures conditions possibles, un nombre considérable d'étalons prototypes sur le modèle de l'étalon des Archives françaises; d'employer à cette fabrication des substances qui, par leur composition chimique, par leur constitution moléculaire, par leur coefficient de dilatation calorifique, présenteront toutes les garanties d'homogénéité que peuvent offrir aujourd'hui les progrès de l'industrie et des arts métallurgiques.

Ces copies rigoureusement exactes de l'étalon français, seront comparées avec l'étalon prototype, puis entre elles, au moyen d'un comparateur, qui réunira tout ce que la science et l'art peuvent produire de plus accompli, et dont la construction ne sera arrêtée par aucune considération d'économie. Les étalons identiques, ainsi construits, seront distribués aux différents pays. Ils seront conservés dans des conditions similaires qui les mettront à l'abri de toute atteinte extérieure et des influences atmosphériques.

L'avantage de cette opération, dirigée avec des soins extrêmes et sous les auspices des personnes les plus compétentes, sera d'établir le système métrique international sur les bases les plus larges, et de lui assurer toute l'authenticité requise. En effet, en raison de la perfection extrême des moyens de confection et des méthodes de comparaison em-

Digitized by Google

ployées, les étalons sortis de cette opération collective ne seront pas des copies, dans l'acception usuelle de ce mot, mais de véritables étalons prototypes, et chacun de ces étalons aurait le droit, non *historique*, mais *scientifique*, de remplacer l'original dans les Archives de France. Il est permis de croire, en effet, que les moyens de confection et de vérification dont on fera usage ne seront pas inférieurs à ceux que l'on employait il y a soixante-dix ans.

La commission internationale aura atteint son but lorsqu'il n'y aura plus aucun centre de population qui ne possède le prototype français, et qui n'ait les moyens de le reproduire par elle-même. Ainsi seront acquises toutes les garanties que l'on est en droit d'exiger pour assurer la perpétuité de ce système.

« Le monde savant, dit M. Jacobi, applaudira à cette solution, parce qu'il apercevra le couronnement définitif de l'œuvre entreprise par les mathématiciens français. L'Académie impériale de Saint-Pétersbourg se félicite également de cette solution, et, bien loin de vouloir ravir à la France l'honneur de son initiative, ne tient, au contraire, qu'à l'affermir. »

Rien n'est plus satisfaisant que les conquêtes de l'esprit scientifique appliqué à rendre meilleures les conditions de l'humanité. L'un des moyens les plus efficaces d'arriver à ce but est l'uniformité des poids et mesures, qui est d'une si grande importance dans les transactions de tout genre. M. Jacobi s'entendra avec la commission du système métrique de l'Académie sur ce qu'il y a de mieux à faire pour réaliser le plus tôt possible un désir partagé par les hommes éclairés de tous les pays.

Il nous reste à ajouter seulement que, dans la séance du 25 octobre, l'Académie a été informée de l'adhésion entière de l'Académie de Berlin à la Note conciliante de M. Jacobi. Le secrétaire perpétuel a donné lecture d'une lettre de ce dernier physicien, qui l'informe de l'accueil favorable fait par l'Académie de Berlin à sa proposition concernant la création d'étalons prototypes du système mé-

Digitized by Google

trique, et la formation d'une commission internationale pour la confection de ces étalons; le mètre et le kilogramme déposés aux Archives de France étant considérés comme types fondamentaux.

Ainsi tout s'arrange à la satisfaction générale, et l'on peut annoncer, comme un fait très-prochain, l'adoption du système métrique français, avec toutes ses applications, quant aux mesures de surface, de longueur, de capacité et de poids, chez toutes les nations des deux mondes.

15

Dénoûment de l'affaire Pascal-Newton à l'Académie des sciences.

L'affaire Pascal-Newton, comme on l'a appelée, a eu son dénoûment en 1869, dénoûment lamentable, qui a tourné, de la façon la plus triste, à la confusion de l'auteur qui avait soulevé cette question, et quelque peu à la déconsidération de l'Académie des sciences de Paris, qui avait cru devoir prendre part, dans la personne de quelques-uns de ses membres, à ce débat tragi-comique. Mais racontons les faits de cette véritable comédie; donnons son exposition, puis l'intrigue, enfin son dénoûment.

Au mois de juillet 1867, M. Michel Chasles, membre de l'Institut et géomètre éminent, présenta à l'Académie des sciences une suite de lettres signées de Pascal, et desquelles il paraissait résulter que l'auteur des *Provinciales* aurait communiqué à Newton ses idées sur la gravitation universelle, et lui aurait en même temps fait part des résultats de ses calculs personnels, qui posaient avec éclat la loi générale de la gravitation universelle. M. Chasles ne faisait point connaître l'origine de ces lettres. Il assurait seulement avoir entre les mains, sans expliquer comment il y était parvenu, un nombre considérable de documents manuscrits, confirmant ses dires contre Newton.

Cette communication inattendue excita une surprise très-

Digitized by Google

vive, et ne tarda pas à faire naître des réclamations de toutes sortes. On répugnait à admettre que Pascal eût accompli une découverte aussi étonnante, et qu'il fût arrivé à formuler la loi de la gravitation, c'est-à-dire le principe de l'attraction en raison inverse du carré de la distance et en raison directe des masses, à une époque où les données indispensables à ce travail manquaient totalement; — alors que l'on ne possédait qu'une mesure tout à fait inexacte des dimensions de la terre; — alors que l'on ignorait la véritable distance de la terre à la lune; — alors enfin que l'on ne pouvait avoir aucune donnée rigoureuse sur la masse et la densité d'une seule planète. Comment admettre, ajoutait-on, qu'après avoir accompli une découverte aussi prodigieuse, Pascal n'en eût jamais dit un seul mot dans ses écrits, et qu'il eût bénévolement communiqué son travail à Newton, sans avoir pris aucune précaution pour s'en garantir la propriété scientifique?

Pendant deux mois entiers une discussion très-vive eut lieu dans l'enceinte, ordinairement si calme, de l'Académie des sciences. Les critiques, les réclamations arrivaient en foule, de tous les côtés, de tous les pays.

La discussion des documents de M. Chasles dura deux ans (depuis le mois d'août 1867). M. Chasles, sans s'émouvoir, répondait aux objections qu'on lui opposait, en exhibant de nouvelles lettres dont il n'avait pas parlé jusque-là. Mais l'affaire prit une autre tournure vers le mois de juillet 1869. A cette époque, M. Le Verrier, jugeant sans doute la question assez éclaircie, rassembla les pièces du procès, et dans une série de lectures faites à l'Académie pendant les mois de juillet et d'août, démolit, avec une grande vivacité de paroles, par une argumentation serrée, vive et minutieuse, tout l'échafaudage de documents élevé par M. Chasles.

A cette écrasante argumentation, M. Chasles ne répondit que par la présentation de nouvelles lettres, lettres nombreuses, signées d'un grand nombre de savants et d'écrivains de France, d'Italie, d'Angleterre, dont les noms sont

Digitized by Google

les gloires scientifiques et littéraires des dix-septième et dix-huitième siècles. Il fit défiler, sous les yeux de l'Académie, des correspondances attribuées à Pascal, Galilée, Newton, Louis XIV, le roi Jacques, Bayle, Hooke, Desmaizeaux, Mme Périer, l'abbé Périer, Baillet, l'abbé Dignou, Boulliau, Clerselier, Fontenelle, Gassendi, Huyghens, de Jaccourt, Jordan, la Bruyère, Malebranche, Mariotte, Remond, Rehault, Saint-Évremont, Montesquieu, Savérien, la marquise de Pompadour, Maupertuis, Leibniz, etc.

M. Le Verrier, interprète des sentiments du plus grand nombre, niait énergiquement l'authenticité de ces milliers de lettres; M. Chasles l'affirmait.

Les choses en étaient-là, et dans l'esprit de la grande majorité M. Chasles avait été dupe d'un audacieux faussaire, lorsque ce soupçon fut enfin éclairci. Depuis quelque temps, M. Chasles, ployant sous le poids des attaques, soupçonnait le paléographe qui lui fournissait ses autographes d'abuser de sa bonne foi. Afin de s'en assurer, il envoya en Italie diverses lettres de Galilée, pour les confronter avec les manuscrits du célèbre physicien. Il fut reconnu qu'elles étaient l'œuvre d'un faussaire.

M. Chasles fut donc forcé de confesser, dans la séance académique du 13 septembre, qu'il avait été trompé par la personne qui lui vendait les autographes. Il ajouta même qu'après la confrontation de la correspondance de Galilée avec les manuscrits qui sont à Florence, il avait sollicité du préfet de police une surveillance active, et même requis plus tard l'arrestation du vendeur.

Cet homme ayant été en effet mis en arrestation, on ne trouva chez lui que quelques papiers blancs provenant de registres, des plumes, un flacon d'encre et quelques fac-simile de l'*Isographie*. Il refusa de faire connaître de qui il tenait les documents qu'il livrait à M. Chasles. Plus tard il a déclaré que c'était lui-même qui les fabriquait.

Il avoua qu'il avait fabriqué, depuis 1861, toutes les pièces, — plus de 20 000! — qu'il a vendues à M. Chasles. C'est ainsi que le trop confiant et trop peu clairvoyant

Digitized by Google

académicien a perdu, dit-on, jusqu'à cent cinquante mille francs!

Peut-on admettre que cette masse si considérable de documents, provenant de toutes mains, écrits sur toutes sortes de sujets, soit l'œuvre d'un seul individu, quand surtout on ne trouve rien chez lui des matériaux qu'aurait exigés cette fabrication? Il y a là un secret qu'éclaircira le procès du faussaire.

Aux personnes qui s'étonneraient d'un tel événement, nous répondrons que le métier de faussaire en manuscrits ne date pas d'hier. Il y a eu de tout temps des littérateurs désœuvrés qui ont trompé ainsi, soit par esprit de secte ou de parti, soit par flatteries, soit par haine, soit par cupidité, soit pour le simple plaisir de tromper. En voici des exemples.

Pour ce qui concerne l'antiquité, nous citerons les faux livres orphiques, les faux livres des premiers pythagoriciens, l'ample collection des fausses lettres attribuées aux écrivains et aux hommes politiques de la Grèce ancienne, le faux Callisthène, les faux livres grecs d'Hermès, les faux oracles chaldaïques, les faux oracles sibyllins, les faux livres de Numa Pompilius, les deux faux historiens contemporains de la guerre de Troie, etc. Pour le moyen âge, citons : faux livres d'Aristote et d'autres auteurs, faux livres d'alchimie attribués à des auteurs de l'antiquité la plus reculée, le faux Turpin, les fausses chartes, la masse énorme des fausses décrétales, etc. Pour la Renaissance : collection de faux historiens anciens, formée par Nanni de Viterbe. Pour les temps modernes, nous citerons les titres faux de l'ancienne maison de Bourbon, le Rowley de Chatterton, l'Ossian de Mac Pherson, les poésies de Clotilde de Surville et de ses contemporaines et amies, etc., le faux Sanchoniaton de M. Wagenfeld, et enfin la collection des textes grecs fabriqués par le Grec Simonidès et vendus fort cher à Berlin il y a peu d'années. En ce qui concerne notre époque, on pourrait ajouter les pré-

Digitized by Google

tendus autographes de la reine Marie-Antoinette et ceux de Mme de Maintenon, dont la fausseté est aujourd'hui démontrée.

Ainsi le faussaire dont M. Chasles a été victime, le sieur Vrain-Lucas, n'est pas le premier de son espèce!

Quant à la manière dont il a procédé dans son étonnante campagne, c'est ce qu'éclaircira son procès, qui est encore pendant devant les tribunaux.

Digitized by Google

MÉCANIQUE.

1

Le système de locomotive-mixte de M. Alfredo Cottrau.

Les grandes lignes des chemins de fer, imitant les artères d'un vaste corps, alimentent un réseau secondaire de petites artères, par lesquelles les premières reçoivent en retour la vie et le mouvement. Mais, pour que ce corps puisse atteindre à toute la prospérité que les grandes voies de communication peuvent lui apporter, et pour que le grand équilibre du commerce, de l'industrie et du progrès, soit rendu possible et stable, il est encore nécessaire d'établir un troisième réseau de petites lignes, qui permettent à toute localité, éloignée des grandes artères, de participer à la circulation universelle, et d'y apporter aussi son petit contingent de vie et de mouvement. Ces lignes du troisième ordre alimenteront celles du deuxième, qui à leur tour donneront la vie aux artères du premier ordre.

Ces lignes du troisième réseau, dont le mouvement et le trafic peuvent présenter des périodes d'abaissement parfois considérables, nécessitent, pour cette cause, une installation toute particulière, surtout économique. Plusieurs systèmes ont été proposés par des ingénieurs distingués, en France, en Angleterre, en Belgique et en Suède, et depuis quelques années la plupart de ces systèmes ont reçu leur application ; mais aucune de ces petites lignes en exploitation n'a présenté jusqu'à présent des résultats assez satis-

Digitized by Google

faisants, pour que les chemins de fer économiques aient été adoptés avec le même empressement que les grandes lignes. En Italie et en Espagne, ces lignes de troisième ordre sont encore à l'état de mythes. Or, c'est en Italie, plus que partout ailleurs, que se fait sentir le besoin d'un grand réseau de petites lignes du troisième ordre.

Un savant ingénieur italien, M. Alfredo Cottrau, de Naples, a résolu le problème des *chemins de fer économiques*, pour le réseau de troisième ordre, et c'est sa solution que nous allons exposer.

On ne doit pas prétendre, pour un tel réseau, au luxe que réclament les chemins de fer d'un ordre supérieur; il faut viser seulement à établir ces petites lignes avec la moindre dépense possible dans l'exécution et la plus grande économie dans l'exploitation. De sorte que la question est réduite aux deux points suivants :

1° Le système à adopter et le tracé ne doivent avoir à vaincre que de faibles difficultés de terrain;

2° Les frais de traction et d'exploitation doivent être inférieurs, ou sensiblement proportionnels à l'importance du trafic des localités desservies.

Pour résoudre la première partie de la question, celle qui est relative au tracé, il suffit d'éviter l'acquisition de terrains coûteux, de rester le plus possible à mi-côte des collines et des montagnes, d'éviter aussi les grands ouvrages d'art et les tunnels, de suivre les courbes naturelles ainsi que les rampes ou les pentes de la campagne, enfin de se subordonner à la plus grande partie des conditions locales. D'où résulte l'absolue nécessité d'admettre dans les petites lignes de fortes rampes et des courbes de petit rayon.

La partie relative aux frais de traction et d'exploitation repose entièrement sur la réduction au minimum du personnel de l'administration et du service, sur une manutention facile et non coûteuse de la voie et de ses accessoires, enfin sur la puissance et l'économie du moteur.

L'invention des locomotives routières avait fait espérer un moment la possibilité d'annuler les difficultés que présen-

Digitized by Google

taient les lignes économiques; mais on a dû revenir bientôt de cette opinion. Il est maintenant prouvé que ce moyen de locomotion est tout à fait insuffisant pour des chemins de troisième ordre qui n'offrent qu'un médiocre trafic. Admissible en France, en Angleterre et en Belgique, ce système n'a aucune chance de succès en Italie, à cause du prix élevé du combustible. De plus, l'expérience a démontré, dans les cas les plus défavorables, la supériorité des lignes économiques armées de rails, sur les chemins ordinaires desservis par des locomotives routières.

Du principe que pour la bonne exécution d'une ligne de chemin de troisième ordre il faut diminuer par les rails la résistance de la charge du train à la traction, découle la nécessité d'une locomotive spéciale qui, par l'adhérence de ses roues motrices sur la voie, puisse transformer en travail utile la plus grande partie de son pouvoir de traction, aussi bien dans les courbes de petit rayon que sur les pentes exceptionnelles auxquelles le tracé de ces lignes doit se soumettre.

Le système de M. Cottrau est la réalisation de ces conditions. Voici en quoi il consiste :

La ligne devra être établie, autant que possible, sur les routes déjà existantes; l'armement des rails sera le même, mais beaucoup plus léger que celui des grandes lignes; l'écartement d'axe des rails sera de $1^{m},50$. Le matériel roulant s'appuiera entièrement sur les rails, à l'exception des deux grandes roues motrices de la locomotive, qui s'appuieront sur le corps de la voie compris entre les rails.

Le point capital de la question consiste dans le mode de traction, car les plus grands obstacles à vaincre sur les lignes économiques dérivent des fortes rampes. La diminution de résistance qui est un avantage caractéristique de la locomotive sur les rails, devient un inconvénient pour a traction lorsque la voie est très-inclinée; dans ce cas, la locomotive peut *patiner*, au lieu d'avancer.

Cette insuffisance d'adhérence du moteur que nous trou-

Digitized by Google

vons dans les locomotives ordinaires, est le défaut diamétralement opposé à celui des locomotives-routières. Dans ces dernières, en effet, il y a exubérance d'adhérence de la charge du train.

Le système de M. Cottrau pare à tous ces inconvénients : il fond, pour ainsi dire, les deux modes de locomotion en un seul, et par cette fusion il réunit les avantages de chacun des deux systèmes, pris séparément.

La vitesse sur les lignes de chemin de fer de troisième ordre est sans doute une question secondaire, mais on ne saurait admettre dans les localités d'un médiocre trafic les vitesses si minimes fournies par les locomotives routières (de 4 à 8 kilomètres à l'heure). La grande vitesse des lignes de premier ordre serait inutile, et d'ailleurs impossible à atteindre, vu les conditions de tracé des lignes économiques. Par le système Cottrau on a l'avantage d'une vitesse moyenne.

M. Cottrau croit pouvoir affirmer d'après les études qu'il a faites, qu'on peut établir des lignes de troisième ordre selon ses plans, avec la dépense de 20 000 à 45 000 francs environ par kilomètre, y compris le matériel roulant.

Nous répètons que le tracé suit autant que possible les routes existantes. Avec une telle disposition, point d'acquisition de terrain, ou du moins fort peu ; absence de tunnels, rareté d'ouvrages d'art importants, suppression d'un grand nombre de passages à niveau, exiguïté du personnel de la manutention et de l'administration. D'autre part l'armement de la voie et le matériel roulant sont d'une grande légèreté.

Arrivons enfin à la locomotive mixte de M. Cottrau.

Bien qu'imitée en grande partie des locomotives routières, et en particulier du système Feugère, la locomotive de M. Cottrau en diffère pourtant par plusieurs dispositions fort ingénieuses.

Cette machine réunit les avantages des locomotives ordinaires et des locomotives routières. Elle se compose de

Digitized by Google

deux parties distinctes : l'avant-train, ou corps de la machine et l'arrière-train[1].

L'arrière-train, mobile autour d'un axe vertical, afin de permettre à la locomotive de passer dans les courbes de petit rayon, se rattache au corps de la machine par un joint *à coquille*, et il s'appuie sur les rails par deux roues verticales.

L'avant-train, supportant la *presque totalité* du poids de la machine, s'appuie sur l'essieu des roues motrices, qui roulent, comme nous l'avons dit, sur le corps de la voie compris entre les rails. En avant et en arrière des roues motrices il y a un couple de *galets directeurs*, c'est-à-dire de deux petites roues que rencontrent les rails sous un angle de 45°. L'office de ces galets est d'éviter les déraillements, en assurant la marche des roues motrices dans l'espace qui leur est destiné, et d'éviter encore (surtout dans les courbes) que les roues motrices ne s'appuient contre les rails, ce qui serait un très-grand inconvénient.

Les châssis et les longerons auxquels se rattachent les différentes parties de la machine, sont en tôle.

La chaudière verticale, qui est du système Belleville, permet une vaporisation rapide. La pression dans ces chaudières peut atteindre sans danger 12 atmosphères.

L'alimentation de la chaudière se fait au moyen de deux injecteurs Giffard. L'eau d'alimentation est renfermée dans un espace annulaire cylindrique, concentrique au corps de la chaudière. La hauteur de cet anneau est la moitié de la distance comprise entre l'origine de la cheminée et la base de la chaudière; enfin la base de l'anneau est la même que celle de la chaudière.

Les cylindres à vapeur et leurs accessoires sont placés

1. Dans ce système les roues motrices agissent en tirant et non pas en poussant, comme il arrive dans la plupart des locomotives routières; aussi a-t-on conservé le nom d'*avant-train* à cette partie du moteur qui est placée en réalité en tête du train. Le nom d'*arrière-train* n'a été donné qu'en opposition au premier nom admis.

Digitized by Google

latéralement au châssis principal, et supérieurement à l'axe des roues motrices.

Les pistons, au lieu d'attaquer directement les roues motrices, font tourner un arbre portant deux pignons de diamètres différents [1]. Chacun de ces pignons engrène une roue calée sur l'essieu des roues motrices. Ces roues engrenées sont aussi de différents diamètres.

Tous ces diamètres sont calculés de manière à obtenir deux vitesses extrêmes : 8 kilomètres à l'heure avec le plus petit pignon, et 18 kilomètres à l'heure avec le plus grand. Enfin ces pignons sont rendus à volonté solidaires avec l'arbre de la machine, au moyen d'un manchon dont le levier est à portée du mécanicien.

La transmission par des engrenages a toujours été regardée comme inapplicable aux locomotives, soit à cause de la grande perte de travail du moteur, soit à cause du peu de régularité de mouvement qui s'ensuit, soit par d'autres inconvénients encore. Il est pourtant à remarquer que la *presque totalité* des locomotives routières en usage aujourd'hui sont pourvues d'engrenages. C'est qu'en effet on a reconnu qu'il était imprudent de faire agir les pistons directement sur l'arbre des roues motrices, lorsque ces roues doivent s'appuyer sur le terrain battu, et qu'il fallait, par conséquent, se servir d'une transmission intermédiaire. Mais quelle doit être cette transmission? C'est ce que personne ne saurait indiquer avec certitude. L'expérience n'a pas encore consacré la préférence que l'on doit accorder à un système plutôt qu'à un autre. La chaîne de Galle, la chaîne à maillons (machine de M. Lotz), l'engrenage avec vis sans fin (système Larmanjat), ont certainement leurs avantages, mais ces dispositions ne sont pas exemptes d'inconvénients. Il est même prouvé que la perte de travail causée par les chaînes est supérieure à celle qu'on obtient par les engre-

1. Cette disposition est très-avantageuse pour éliminer le cas de rupture de l'essieu moteur; on sait que cette pièce est la plus exposée, dans une machine quelconque, aux efforts de la rupture.

Digitized by Google

nages; de sorte que le mode de transmission du système Cottrau ne peut être considéré comme le meilleur dans un sens absolu, mais bien comme celui qui relativement offre le plus de chances de succès.

Il faut d'ailleurs tenir compte des détails de construction que M. Cottrau donne à l'égard des roues d'engrenage de son moteur. Les pignons sont en fer forgé, et leurs dents sont taillées à la machine; ils portent sur leurs faces latérales intérieures des dents légèrement coniques, dont on verra bientôt l'emploi. Les roues calées sur l'essieu des roues motrices sont en fonte, et leurs dents sont renfermées entre deux joues. En outre ces roues sont en deux pièces, réunies par de forts boulons, afin de pouvoir les monter ou les démonter sur l'essieu avec la plus grande facilité. Le manchon d'embrayage est en fer forgé et trempé; les deux faces latérales extérieures sont armées de dents légèrement coniques, qui correspondent avec les dents semblables des deux pignons. Le manchon tourne avec l'arbre de la machine, mais il possède sur cet arbre le mouvement de translation qui lui est communiqué par un levier placé à portée du mécanicien.

Dans les pentes, le mécanicien place le manchon au milieu, de manière à arrêter complétement la transmission de la puissance aux roues motrices. On évite ainsi les frottements inutiles, l'usure des pistons et des garnitures.

La locomotive est munie d'un frein puissant, qui agit sur les roues motrices. Dans les cas pressants, la machine elle-même servira de frein, sans renversement de vapeur. L'introduction de la vapeur étant fermée, et le levier de changement de marche placé au milieu, l'air agit sur les pistons, pour les tenir en équilibre; ils opéreront alors d'autant plus énergiquement que l'action des roues d'engrenage se trouve totalement renversée.

Sur les lignes où les pentes seraient très-fortes, c'est-à-dire comprises entre $0^m,04$ et $0^m,10$ par mètre, M. Cottrau propose de recouvrir la jante des roues motrices d'une bande en caoutchouc, de $0^m,10$ d'épaisseur, ce qui assurera

Digitized by Google

davantage l'adhérence quel que soit l'état de la voie, et préviendra toute possibilité de glissement. Ce moyen est le même que M. Thompson de Leith (Angleterre) a employé avec succès pour ses locomotives routières, destinées à surmonter des rampes qui s'élevaient jusqu'à $0^m,12$ par mètre.

M. Cottrau propose encore, mais à titre d'essai seulement, de recouvrir la voie comprise entre les rails avec de l'asphalte de Sardaigne. Cet asphalte, qui coûte très-peu, est moins sensible que les asphaltes ordinaires aux variations de la température, et on peut toujours le réduire au degré de dureté que l'on désire. La manutention de la voie serait, par ce moyen, beaucoup plus économique; on n'aurait plus à craindre la boue, et l'écoulement des eaux pluviales serait plus facile à obtenir.

Le premier des couples d'engrenage de la machine Cottrau sert à marcher avec une vitesse extrême de 18 kilomètres à l'heure; le second fournit la vitesse de 8 kilomètres. Les vitesses intermédiaires sont données par le régulateur et la détente.

D'après des calculs et des expériences, pour une vitesse de 18 kilomètres à l'heure et pour une rampe de $0^m,015$ par mètre, la machine Cottrau peut traîner 22 tonnes; avec la même vitesse, mais horizontalement, 92 tonnes. Pour une vitesse de 8 kilomètres à l'heure, et pour une rampe de $0^m,045$, la machine peut traîner une charge de 22 tonnes; elle pourrait encore, avec la même vitesse, traîner 12 tonnes sur une rampe de $0^m,075$.

Pour rendre évidente la supériorité du moteur Cottrau sur les locomotives routières aujourd'hui en usage, nous rappellerons ce que nous avons déjà dit dans le volume précédent de ce recueil, à savoir :

Que le poids des locomotives routières anglaises est de 960 kilogrammes et celui des locomotives routières françaises de 650 kilogrammes;

Que la charge traînée par les machines anglaises est de 2 à 3 tonnes, et que celle traînée par les machines françaises est de 1,2 à 1,5 tonnes.

Digitized by Google

La machine Albaret, du poids de 10,8 tonnes, traîne en moyenne 12 tonnes à la vitesse de 4 à 6 kilomètres, sur des rampes de $0^m,05$ à $0^m,06$ au *maximum* par mètre. En palier, cette locomotive ne traîne que 20 tonnes.

La machine routière de M. Lotz, de la force de 15 chevaux et du poids de 10 tonnes, sur des rampes inférieures à $0^m,04$ par mètre, avec une vitesse moyenne de 16 kilomètres à l'heure, traîne une charge de 4,5 tonnes, et à la vitesse de 6 kilomètres à l'heure elle ne peut remorquer au delà de 12 à 16 tonnes. D'autre part les frais de traction de cette locomotive varient de 14 à 64 centimes par tonne-kilomètre.

Dans le système Larmanjat la vitesse moyenne est de 6 kilomètres à l'heure. Sur des rampes de $0^m,07$ par mètre et à la vitesse de 16 kilomètres à l'heure, cette locomotive routière ne peut remorquer que son propre poids.

On peut donc conclure que le système des chemins de fer économiques de M. Cottrau est jusqu'à présent le plus économique, et qu'il répond avec un véritable avantage à l'importante destination du réseau des chemins de fer de troisième ordre.

2

Expérience faite au chemin de fer d'Orléans sur le renversement de la vapeur pour diminuer la vitesse des trains aux descentes rapides.

Depuis quelques années, on fait usage sur plusieurs locomotives, pour réduire la vitesse à la descente des pentes rapides, d'un simple renversement de la vapeur, ce qui évite l'enrayage avec des freins, opération qu'il fallait exécuter sur chaque wagon. Ce système nouveau, qui permet d'utiliser la vapeur de la chaudière pour modérer la vitesse des trains, est reconnu excellent en principe; mais il était nécessaire de faire des expériences particulières pour constater le bon fonctionnement des appareils. Une expé-

Digitized by Google

rience de ce genre a été faite en 1869 sur le chemin de fer de Paris à Orléans, sous la direction de MM. Forquenot et Lechatellier.

Le train de marchandises, composé de 48 wagons chargés comme à l'ordinaire, a pu descendre la rampe d'Étampes, dont l'inclinaison est de 8 millimètres par mètre, sans le secours de freins; il a suffi pour cela de renverser la vapeur. Pour empêcher l'échauffement des cylindres, qui est la conséquence habituelle de cette manœuvre, on a injecté à la base du tuyau d'échappement de la vapeur un filet d'eau, qui jaillissait de la chaudière par l'orifice d'un robinet, dont la section variait de 5 à 10 millimètres carrés. Ce filet d'eau était conduit par un tuyau de petit diamètre, au devant de l'orifice du tuyau d'échappement de la vapeur.

L'eau ainsi lancée contre le tuyau d'échappement de la vapeur se vaporise en partie, et forme une sorte de mousse, analogue à celle qui sort d'une bouteille de vin de Champagne. Une portion de l'eau liquide pénètre dans les cylindres, en rafraîchit les parois, et le reste est entraîné par la vapeur qui s'est formée dans les cylindres et qui en ressort, d'un côté pour rentrer dans la chaudière, de l'autre pour s'échapper dans l'atmosphère.

Ainsi a été prévenu le seul inconvénient que l'on redoutât, c'est-à-dire l'échauffement excessif des cylindres, pendant la manœuvre, simple et commode, qui consiste à diminuer la vitesse des trains dans les descentes rapides, en renversant tout simplement la vapeur, au lieu de serrer les freins de chaque wagon.

5

Nouvel injecteur pour les chaudières à vapeur ou autres.

Bon pour toutes pressions, marchant sans le secours d'aucune machine, ce nouvel appareil, qui est dû à M. Delaurier, se compose des pièces suivantes :

Digitized by Google

Un flotteur suit le niveau de la chaudière dans toutes ses variations; lorsque le niveau s'abaisse, le flotteur, s'abaissant aussi, fait ouvrir une soupape avec lequel il est relié par une tige. Cette soupape ouvre ou ferme un tuyau qui, partant de la chaudière, aboutit à la partie inférieure d'une boule placée au-dessus de cette chaudière. Sur la paroi supérieure de cette boule existe une deuxième soupape qui communique à un tuyau d'aspiration plongeant dans un réservoir d'eau.

Voici maintenant le jeu de l'appareil. Le niveau de l'eau s'abaissant dans la chaudière, le flotteur descend, ouvre la première soupape, qui permet à une certaine quantité d'eau contenue dans la boule supérieure, de tomber dans la chaudière. Le flotteur, remontant alors, ferme la soupape et la boule se trouve remplie de vapeur qui a pris la place de l'eau écoulée. Cette vapeur, en se refroidissant, fait le vide dans la boule; c'est alors que la soupape pratiquée dans la paroi supérieure s'ouvre et qu'une certaine quantité d'eau, poussée par la pression atmosphérique, vient emplir la boule.

Les mêmes phénomènes se reproduisent lorsque le niveau vient à baisser.

Pour remplir d'eau, une première fois, la boule supérieure, on adapte à sa paroi une petite pompe aspirante, qui permet de raréfier l'air dans sa cavité, jusqu'à ce que l'eau du réservoir arrive par le tuyau d'aspiration qui, bien entendu, ne peut avoir plus de 10 mètres de hauteur.

Cet *alimentateur-automoteur*, qui remplit le même but que celui de M. Giffard, économise différents appareils de sûreté, sans qu'on ait à craindre d'explosion.

Digitized by Google

4

La machine-soleil, ses résultats, son état actuel, son avenir.

On se préoccupait depuis quelque temps, dans le monde scientifique, d'une nouvelle machine, qui emprunte au soleil sa puissance motrice, d'une *machine-soleil*, comme on l'appelle. On prétendait que le célèbre Ericsson, l'inventeur du moteur à air chaud, avait exécuté, en Amérique, un de ces appareils, qui suffisait à mettre en mouvement les outils de tout un atelier. On ajoutait qu'un savant de Florence, le professeur Donati, avait réalisé, de son côté, une machine du même genre. Enfin, on savait qu'en France un professeur de physique du lycée de Tours, M. Mouchot, s'occupait, depuis plusieurs années, de l'étude d'une machine solaire.

Les journaux scientifiques américains ont démenti l'existence, du moins avec les proportions qu'on lui accordait, de la *machine-soleil* d'Ericsson. Il ne reste donc, pour le moment, que les travaux faits sur cette question par le professeur du lycée de Tours, M. Mouchot. Ce savant a adressé une note sommaire à l'Académie des sciences sur les résultats qu'il a obtenus depuis qu'il s'occupe de cette question. Ces résultats, on va le voir, sont d'une bien faible importance. L'auteur de cette note ne désire porter ses travaux à la connaissance du public que pour engager de nouveaux expérimentateurs à faire, de leur côté, des tentatives du même genre sur une grande échelle, et dans des climats plus chauds que celui de la France.

Avant de signaler les résultats effectifs de la machine solaire essayée par M. Mouchot, nous devons faire connaître le principe sur lequel repose cet appareil.

Certaines substances, telles que le noir de fumée, sont douées d'un grand pouvoir d'absorption pour le calorique. Si l'on enveloppe de noir de fumée la boule d'un thermo-

Digitized by Google

mètre, la quantité de chaleur absorbée sera considérable, et le thermomètre à boule noircie indiquera une température plus élevée que le thermomètre à boule libre. De même, si l'on barbouille de noir de fumée une cloche, composée d'un corps mauvais conducteur de la chaleur, tel que le verre, et qu'on expose au soleil ce récipient, on obtiendra, sous ce récipient, une température très-élevée. La température dépassera dans cette cavité 100 degrés dans l'espace de dix minutes.

M. Mouchot prend donc un vase métallique, dont l'intérieur a été noirci avec du noir de fumée, et il le place sur du sable, de la brique, ou tout autre corps mauvais conducteur de la chaleur. Il recouvre ce premier récipient d'une mince cloche de verre, et expose le tout au soleil. Dans ces conditions, la température ne s'élèverait pas au-dessus de 100 degrés, ce qui serait un terme fort insuffisant. M. Mouchot obtient un grand accroissement de chaleur en faisant tomber sur la cloche de verre, au moyen d'un miroir plan ou concave, les rayons du soleil réfléchis et concentrés. La température s'élève alors, à l'intérieur du récipient, à plus de 200 degrés.

Si dans un appareil disposé comme on vient de le dire, on place une chaudière pleine d'eau, la température du liquide s'élève au-dessus de 100 degrés, pourvu que sa masse ne soit pas trop considérable, et la chaudière peut fournir assez de vapeur pour que cette même vapeur, dirigée dans un appareil ordinaire, puisse faire marcher le piston des cylindres. On obtient ainsi les effets habituels d'une machine à vapeur sans faire usage du charbon : les rayons solaires, qui ne coûtent rien, servent de combustible.

Voilà, sans nul doute, un appareil séduisant par son principe théorique. Il reste à savoir si, dans la pratique, la chaleur solaire accumulée dans le récipient n'est pas trop promptement absorbée et dissipée par la masse de corps solides ou liquides qui entrent dans une machine quelconque. C'est à l'expérience à répondre ici ; ce sont les ré-

Digitized by Google

sultats pratiques qu'il convient d'invoquer, pour ramener à leur juste valeur les promesses de la théorie. Voyons donc quels ont été, jusqu'à ce moment, les résultats de l'expérience.

Le *récepteur solaire* de M. Mouchot fut mis, en 1861, sous le privilége d'un brevet d'invention. Cependant l'auteur ne fit point de difficulté de laisser tomber son invention dans le domaine public, dès qu'il eut obtenu l'autorisation de continuer ses expériences dans l'atelier impérial qui existe à Meudon.

Continuant ses recherches à l'atelier de Meudon, M. Mouchot construisit, en 1864, une petite chaudière chauffée par le soleil, qui produisait une quantité notable de vapeur. Le 2 septembre 1866, ce physicien fut admis à présenter à l'Empereur une machine à foyer solaire alimentant une petite machine à vapeur. Comme le mauvais temps avait interrompu les expériences, l'appareil fut transporté à Biarritz, où il fonctionna, dit-on, avec quelque succès.

Depuis cette époque, M. Mouchot a essayé quelques autres applications de son foyer solaire. Il a réussi à faire cuire au soleil de la viande, des légumes, du pain, à distiller des vins et autres liqueurs alcooliques.

Dans la note qu'il a adressée à l'Académie des sciences, M. Mouchot rappelle ces résultats, qu'il considère comme très-favorables, puisqu'ils n'ont eu lieu que dans nos climats d'une température moyenne, c'est-à-dire à Paris, à Tours, à Rennes et à Alençon.

« J'ai réussi, dit M. Mouchot, à faire bouillir quelques litres d'eau soumis à l'insolation. Enfin, après m'être assuré qu'il suffisait d'un réflecteur en plaqué d'argent de 1 mètre carré d'ouverture pour vaporiser en 100 minutes 1 litre d'eau prise à la température ordinaire, ou, en d'autres termes, pour produire 17 litres de vapeur à la minute, j'ai tenté de faire marcher au soleil une petite machine à vapeur, et le succès a couronné mes efforts en juin 1866. En même temps, j'ai pu, grâce à l'emploi d'appareils très-simples, obtenir d'autres effets re-

Digitized by Google

marquables de l'insolation, tels que la distillation de l'alcool, la fusion du soufre, la cuisson parfaite des viandes et du pain, etc. »

L'auteur cherche à évaluer la quantité de chaleur que l'on peut accumuler dans un de ses appareils, en invoquant les faits acquis à la science par les travaux des physiciens modernes.

On peut, selon lui, mettre à profit les trois cinquièmes de la chaleur solaire qui tombe à la surface du globe. D'après les expériences faites, en 1838, par Pouillet, une surface d'un mètre carré, sur laquelle les rayons du soleil tombent verticalement, reçoit en moyenne, et pendant presque toute la durée du jour, dans la belle saison, une quantité de chaleur représentée par dix *calories* par minute. Partant de là, le calcul prouve que cette somme de chaleur suffirait pour faire bouillir, en dix minutes, un litre d'eau pris à la température de zéro, ce qui ne s'éloigne pas trop du travail théorique d'un cheval-vapeur. Dans les mêmes conditions, une superficie de 1 are recueillerait, pendant dix heures d'insolation, la chaleur résultant de la combustion de 120 kilogrammes de houille. Il faut remarquer d'ailleurs que l'intensité de la radiation des rayons du soleil est beaucoup moindre à Paris que dans les régions tropicales ou sur les plateaux élevés; il est donc probable que le *récepteur solaire* fournira quelque jour à l'industrie l'occasion d'installer ses chantiers dans les déserts où le ciel reste longtemps pur, de même que les récepteurs hydrauliques ont permis de semer les usines sur les bords des cours d'eau.

Il y aurait beaucoup à dire, si l'on voulait traiter la question de la valeur réelle d'un appareil de ce genre, si l'on voulait chercher à prédire l'avenir qui l'attend. On se demanderait alors si la grande étendue en surface qu'il faudrait nécessairement donner à un tel appareil, ne rendrait pas son installation coûteuse et presque impossible; — si ce retour aux forces naturelles que l'industrie moderne a abandonnées, telles que le vent et les chutes d'eau, pour-

Digitized by Google

rait jamais répondre au prodigieux développement de puissance mécanique qu'exige l'industrie; — si une action aussi intermittente, aussi incertaine que celle de la chaleur solaire, pourrait constituer un moteur sur lequel on ait le droit de compter, etc.

En approfondissant toutes ces questions, on arriverait sans doute à prouver que la *machine-soleil* ne présente aucun avantage particulier sur les moteurs de l'industrie primitive des nations, qui consistent à utiliser la force du vent et celle de la chute des eaux, c'est-à-dire les moulins à vent et à eau. Mais cette machine n'est pas encore à un état assez avancé pour qu'on puisse même songer à soulever une telle comparaison. M. Mouchot, dans la note qu'il a adressée à l'Académie des sciences, confesse la complète insuffisance de son appareil dans les conditions actuelles, et il réclame le concours de nouveaux expérimentateurs pour faire avancer la question. Reconnaissant que les applications mécaniques de la chaleur solaire n'ont pas encore été expérimentées sur une assez grande échelle, il voudrait que les mêmes essais fussent repris sous des climats très-chauds, avec des récepteurs solaires et des réflecteurs de grande dimension.

« On pourrait ainsi, dit-il, mesurer le volume et la tension de la vapeur d'eau produite en une heure par une surface d'insolation donnée, les pressions développées par le soleil dans une masse considérable d'air confiné, les températures auxquelles permettraient d'atteindre de vastes réflecteurs formés d'un châssis de bois recouvert de lames de plaqué d'argent, etc. »

Dans ces conditions, il est évident qu'on arrivera à fixer avec certitude les idées sur la véritable efficacité des machines solaires. Il n'est pas impossible d'ailleurs que l'on parvienne ainsi à établir que sous les latitudes équatoriales, surtout dans les pays qui sont privés de houille, les machines solaires pourront trouver quelque emploi.

Il nous reste à ajouter que M. Mouchot, encouragé dans

Digitized by Google

ses recherches, a réuni dans un volume, accompagné de planches, le résultat de ses travaux.

L'ouvrage de M. Mouchot sur la *Chaleur solaire* comprend huit chapitres. Après des notions générales sur le soleil considéré comme source calorique, le rôle de cette chaleur à la surface de la terre, sa transformation en travail et la possibilité d'emmagasiner ce travail, l'auteur cherche quelle est la somme de chaleur qui, dans chaque lieu, tombe par minute et par mètre carré sur une surface normalement exposée aux rayons du soleil. Le chapitre II traite de la transparence des astres par la chaleur; — le chapitre III, de l'intensité de la chaleur à la surface du sol; — le chapitre IV, de la chaleur réfléchie; — le chapitre V, des miroirs ardents; — le chapitre VI, de la chaleur condensée dans un appareil. M. Mouchot donne ici la description des appareils (alambics et marmites solaires) avec lesquels il a confectionné en quatre heures d'insolation un excellent pot-au-feu, et cuit en trois heures un kilogramme de pain. Le chapitre VII traite des applications mécaniques de la chaleur solaire depuis l'antiquité jusqu'au commencement de notre siècle. Le chapitre VIII a rapport aux applications possibles de nos jours.

5

Le Téléiconographe.

Cet instrument, au nom bizarre, n'est qu'une nouvelle application de la *chambre claire* pour dessiner à toute distance. Il est dû à M. Revoil, architecte, membre du Comité des monuments historiques. C'est une combinaison de deux instruments d'optique très-connus: la chambre claire et la longue-vue.

Le nom de *téléiconographe* que M. Revoil a donné à son instrument, veut dire *dessinant les images de loin*. L'appareil se compose d'une longue-vue, dont la plaque, dite bouchon d'œil, est armée d'un prisme quadrangulaire. La

Digitized by Google

projection des rayons de l'objet suivant alors les lois d'incidence connues, l'image se projette avec le grossissement produit par la lunette. Le plus ou moins de grandeur de l'image se règle très-facilement, suivant qu'on éloigne plus ou moins le papier du prisme.

L'application du prisme à la lunette ne constitue pas seule l'instrument; il fallait, pour le rendre pratique, construire un mécanisme qui permît d'obtenir sur un pivot fixe et invariable un nombre indéfini de segments verticalement ou horizontalement.

En effet, si on veut dessiner un paysage à une distance de trois ou quatre kilomètres, l'étendue de ce paysage ne sera pas renfermée tout entière dans le champ de l'objectif. Pour obtenir ce tracé, il faudra réunir plusieurs segments, soit horizontalement, soit verticalement. L'instrument est disposé de façon à viser tous ces segments sans déplacer le centre fixe de la tige. Il faut avoir soin seulement de maintenir toujours une distance égale entre le prisme et le papier, pour ne pas changer les rapports proportionnels et l'échelle de son dessin, et placer des repères sur ce dessin, au moment où l'on se dispose à faire pivoter sa lunette pour bien raccorder le nouveau segment de l'horizon avec celui que l'on abandonne. Ainsi peut-on, sans changer le pivot de l'appareil, dessiner un panorama tout entier avec un grossissement considérable.

Les applications du Téléiconographe sont nombreuses. Cet instrument est nécessaire à toutes les personnes qui veulent faire des relevés de terrains, aux militaires, aux ingénieurs et aux hydrographes. L'architecte peut en tirer un secours utile, puisqu'il dessinera ainsi des détails placés à une grande distance, comme s'il les voyait à quelques pas de sa planchette. Le géologue reconnaîtra et reproduira avec cet instrument la forme et les strates des roches inaccessibles, des terrains les plus éloignés.

A la distance de trois, de cinq cents mètres, il est facile de dessiner et d'indiquer le modelé d'un bas-relief ou d'une statue avec la plus entière précision, et comme si ces ob-

Digitized by Google

jets étaient placés à quelques mètres de l'œil, beaucoup mieux même, puisque la déformation perspective est moins sensible, à mesure que l'on s'éloigne des objets.

L'Empereur s'est intéressé aux différentes applications du Téléiconographe. Il a voulu voir l'inventeur opérer sous ses yeux, et une commission d'officiers d'état-major étudie ce nouvel instrument au point de vue de la topographie.

6

De la Bastille à la Madeleine pour un sou.

S'étant rendu en Angleterre pour assister au concours de la Société royale d'agriculture, M. Barral a examiné un mode de transport aérien qui est employé, depuis le mois de décembre 1868, pour des minerais et des pierres, à Bardon-Hill, non loin de Leicester. Nous extrayons du *Journal de l'agriculture* la description qu'a faite M. Barral de cet ingénieux système.

« A la station de Bardon-Hill se trouve, dit M. Barral, une machine qui concasse les pierres destinées à faire le macadam des routes, et principalement celui des rues de Londres; car on comprend en Angleterre qu'il faut renoncer à faire casser les pierres, le long des routes, par des hommes qui peuvent être mieux employés qu'à ce dur travail. Cette idée a fait beaucoup de progrès dans ces derniers temps, car nous avons, au concours de Manchester, trouvé plusieurs machines pour le concassage des pierres. Elles nous ont paru vraiment remarquables et tout à fait pratiques.

L'une, qui nous a semblé la meilleure, est celle de Dunston Engine Works Company, de Gateshead-sur-Tyne, dans le comté de Durham. Elle est propre aussi au broyage des minerais et des os. Elle a été inventée par M. Thomas Archer. Son prix est de 3000 fr.

Elle se compose d'un rouleau cannelé tournant, sur lequel extrémité d'un levier compresseur, également cannelé, et doué d'un mouvement de va-et-vient, vient broyer des corps placés dans l'intervalle qui les sépare.

Digitized by Google

M. Albaret, que nous avons rencontré près de cette machine, et dont l'opinion fait justement autorité, la regarde comme très-remarquable.

L'autre machine est celle de MM. Barsden et Ce, inventée par M. Blake, des États-Unis d'Amérique. Son prix est de 3700 fr.

La carrière qui fournit les pierres à la machine de Bardon-Hill est située à une distance de cinq kilomètres et cent et quelques mètres.

Une poulie horizontale, mise en mouvement par une locomobile à vapeur et ayant 1m,20 de diamètre à sa gorge, reçoit un câble en fil de fer. Ce câble a un diamètre de 16 millimètres, et il est composé de quatre torons de six fils chacun.

Sa longueur est de 10 200 mètres. Il s'enroule à une distance de 5100 mètres, sur une seconde poulie ayant également 1m,20 de diamètre, et qui est entraînée par le mouvement de la première.

Les deux poulies sont dans un plan qui est de 8 à 12 mètres plus élevé que toute la contrée, de telle sorte que le câble traverse les airs en tournant constamment sur les deux poulies.

On comprend qu'à une distance de 5 kilomètres le poids du câble lui ferait prendre une flexion qui lui ferait toucher le sol. A des intervalles de 50 à 60 mètres, il s'appuie sur des poulies rotatives qui sont elles-mêmes supportées par des chevalets de hauteur convenable.

Au point de départ, c'est-à-dire à la carrière de pierres, on suspend sur le câble des paniers ou wagonnets remplis de pierres. Ces wagonnets sont transportés dans les airs jusqu'à Bardon-Hill, où ils se déversent dans de grands tombereaux placés sur un chemin de fer.

On ne lâche un wagonnet que quand le précédent a passé au delà du premier chevalet. Tous les wagonnets tiennent par leur poids sur le câble.

Des dispositions mécaniques ingénieuses permettent aux wagonnets de franchir les poulies, les chevalets, et même deux ou trois coudes assez brusques du câble dans son parcours aérien.

De petits chemins de fer placés sur quelques chevalets à l'arrivée et au départ, ainsi qu'à quelques détours de route, rendent le voyage très-facile.

Nous avons vu à la fois 180 wagonnets emportés par le câble et suspendus le long de la route, distants les uns des autres de

Digitized by Google

60 mètres à peu près les uns venant pleins, les autres s'en retournant vides à la carrière.

Un wagonnet mettait une heure treize minutes à revenir au point de départ, après avoir parcouru en tout 10 kilomètres 200 mètres.

Le poids de chaque wagonnet vide est de 22 kilogrammes; il renferme 44 kilogrammes de pierres. Il pourrait contenir aussi bien 44 kilogrammes de betteraves, de pulpe ou de toute autre matière.

Puisque 180 wagonnets en tout étaient en marche ensemble, il s'en trouvait 90 pleins, mettant 36 minutes pour franchir 5 kilomètres. C'était par conséquent 3960 kilogrammes transportés en 36 minutes, soit 66 tonnes en 10 heures, avec une force de six chevaux-vapeur.

M. Huet nous a dit que le prix du transport, par tonne et par kilomètre, tous frais compris, avec les intérêts et les frais d'entretien du câble, ne dépassait pas 8 centimes, même dans les circonstances les plus défavorables. Le prix d'établissement, si nous ne nous trompons pas, serait de 7500 fr. par kilomètre.

Il y a déjà, outre celui de Bardon-Hill, trois autres câbles aériens de M. Hogson, fonctionnant dans le Royaume-Uni, deux en Angleterre et un en Irlande. Deux sont appliqués à des transports de minerais, un à des transports d'engrais. Ce dernier est placé dans la célèbre usine de MM. Lawes et Gilbert.

On conçoit que toute matière puisse être transportée par les wagonnets, et que les betteraves pourraient partir d'une ferme pour aller à une sucrerie sur l'un des bouts du câble, tandis que la pulpe reviendrait sur l'autre bout, dans les mêmes wagonnets. C'est cette dernière application qui avait engagé plusieurs de nos compatriotes fabricants de sucre à venir en Angleterre. On dit que plusieurs câbles vont être employés aux environs de Saint-Quentin (Aisne) dès le mois de septembre prochain. Il est certain que, pour marcher en l'air le long des routes, franchir des ravins ou des rivières, lorsque d'ailleurs la distance n'est pas très-considérable, le câble de M. Hogson, tel que nous l'avons vu à Bardon-Hill, pourra rendre de très-grands services.

Après y avoir bien réfléchi, nous croyons que le transport aérien par les câbles peut recevoir des applications nombreuses, notamment servir pour le halage sur les canaux. Nous estimons même qu'il ne peut pas tarder beaucoup à être employé pour le transport des personnes. Il n'y aurait pas, par exemple,

Digitized by Google

la moindre difficulté à faire mouvoir sur la place de la Bastille, par une machine à vapeur, une large poulie horizontale placée à la hauteur des toits des maisons. Une autre poulie semblable serait près de la Madeleine. Entre les deux points, il y a précisément cinq kilomètres de distance, comme à Bardon-Hill. De 60 en 60 mètres, des colonnettes sur le boulevard supporteraient des poulies verticales sur lesquelles reposerait le câble de 10 kilomètres, qui partirait de la Bastille pour se rendre à la Madeleine, et reviendrait au point de départ dans un mouvement de rotation continu. Des fauteuils commodes seraient suspendus sur le câble et transporteraient les voyageurs d'un bout à l'autre, soit pour l'aller, soit pour le retour. Dans quatre ou cinq points intermédiaires, on pourrait établir des plates-formes avec des petits chemins de fer d'évitement, comme à Bardon-Hill, de manière à déposer en route les voyageurs qui ne voudraient pas être transportés jusqu'au bout du câble. Il y aurait là des espèces de chefs de station qui remplaceraient les voyageurs descendants par des voyageurs montants. Nous ne comprendrions pas pourquoi des êtres vivants ne pourraient pas être ainsi transportés dans les airs, aussi bien que des minerais, des pierres ou des betteraves.

Or, le prix de transport, par tonne et par kilomètre, étant à Bardon-Hill, tous frais payés, de 8 centimes, cela ferait 40 centimes pour transporter, de la Bastille à la Madeleine, 1000 kilogrammes, c'est-à-dire 13 personnes. Cela correspond à 3 centimes environ par tête. Si je mets un sou, c'est pour laisser de gros bénéfices à la compagnie qui prendra l'initiative et aussi pour permettre de donner tout le confortable possible aux voyageurs. Notez bien que le capital nécessaire ne serait pas très-considérable. L'établissement a coûté 37 500 fr. à Bardon-Hill ; mettez le double, le triple, le quadruple, afin de faire les choses avec luxe sur nos boulevards, et vous resterez toujours au-dessous du chiffre d'un sou par voyageur, pour faire 5 kilomètres en une demi-heure, à peu près.

J'ajouterai que nul mode de transport ne pourrait être plus agréable. Rien n'empêcherait, d'ailleurs, qu'au moyen de petites gares de correspondance un câble ne fût suivi d'un autre câble, et ainsi de suite, de manière à voyager dans tous les sens et jusqu'aux plus grandes distances. On pourrait aller aussi bien de Paris à Metz que de la Bastille à la Madeleine. De Paris à Metz, dont la distance est un peu moindre de 400 kilomètres en suivant le chemin de fer de l'Est, le prix du voyage ne serait pas de 4 fr., tandis que cela coûte aujourd'hui 24 fr. en troi-

Digitized by Google

sième classe de chemin de fer. Sans doute, la vitesse, à Bordon-Hill, n'est que de 10 kilomètres à l'heure; rien ne prouve que cette vitesse ne puisse être augmentée. On peut néanmoins s'en contenter, vu le bon marché, car elle est plus grande que celle des bonnes diligences.

L'essai que nous proposons pour les boulevards parisiens, a les plus grandes chances de succès. Nous le signalons à la Compagnie générale des omnibus; nous le signalons aussi à l'attention du gouvernement. Rendre les transports très-peu coûteux, c'est accomplir un progrès d'une utilité capitale pour la civilisation. Aussi nous n'hésitons pas à braver les sourires d'incrédulité que ne va pas manquer de faire naître le titre de cet article : *De la Bastille à la Madeleine pour un sou.* Nous pourrions même ajouter : *avec retour!* »

7

Moteur aéro-hydraulique de M. Victor Coine.

Le moteur aéro-hydraulique repose sur les propriétés de l'eau et de l'air comprimé. Voici quel est son principe et son mode d'action. Un récipient imperméable, souple, compressible et rempli d'air, est soumis à la pression verticale de bas en haut, d'une masse d'eau. Au moyen d'une valve, d'un robinet ou d'un tiroir monté sur un tube, on peut établir ou intercepter à volonté la communication entre ce premier récipient et un second d'égale capacité, vide d'air et déprimé. On obtient ainsi les deux résultats suivants :

L'effort produit sur le récipient par l'ouverture du robinet est proportionnel à la hauteur de la colonne d'eau avec laquelle on opère;

Cet effort s'accroît en raison directe du nombre de décimètres carrés que comporte le fond inférieur de la bâche immergée, soumis à la poussée du liquide.

Voici la description des pièces qui figurent dans cet appareil :

Il est formé de deux bassins circulaires ouverts à la

Digitized by Google

partie supérieure. A chacun de ces bassins est adapté un cylindre, dans l'intérieur duquel se trouve un tuyau à section carrée, portant à ses extrémités des bâches en toile vulcanisée, ayant la forme d'un parallélipipède. Une des bâches est fixée à la base inférieure du cylindre dans le bassin, et l'autre à la partie supérieure en dehors de l'appareil.

Au milieu de chacun des deux tuyaux à section carrée, placé dans chacun des deux bassins, se trouve une glissière dont l'orifice est fermé; au moyen d'un mouvement horizontal donné à une tringle à laquelle sont reliées les tiges des glissières, l'air de la bâche immergée, comprimé par l'eau, passe dans la bâche supérieure, en même temps que l'air de la bâche supérieure de l'autre tuyau, refoulé par la bielle, se précipite dans la bâche inférieure, et les deux glissières se ferment par un second mouvement horizontal donné à la tringle qui les relie, de manière que la transmission de l'air de haut en bas d'un côté, et de bas en haut de l'autre côté, se fait instantanément et simultanément par l'ouverture et la fermeture des deux orifices.

Dans le cylindre extérieur du bassin se trouve un piston monté sur une tige mise en rapport avec l'arbre de transmission au moyen d'un excentrique.

L'arbre de transmission étant coudé à l'endroit où la tige fixée à la bâche est montée sur cet arbre, le mouvement de rotation se produisant au moyen du gonflement des bâches, on a été conduit à donner à celui-ci une hauteur égale à la course totale de l'arbre coudé.

On voit donc que, pour faire fonctionner l'appareil, il suffit de gonfler deux bâches inverses, et ensuite de produire le mouvement d'ouverture et de fermeture des glissières, pour qu'il y ait travail de l'arbre moteur. Afin d'assurer un travail produit sous une pression constante, on a rempli d'eau le premier bassin, de manière que, la bâche étant gonflée, le piston du cylindre étant au bas de sa course, le niveau de l'eau se trouve à celui des bassins. Au fur et à mesure que la bâche se dégonfle, la colonne

Digitized by Google

liquide s'abaisse pour que, lorsque le travail de la bâche est terminé, la colonne ait descendu d'une hauteur proportionnelle au volume d'air évacué dans la bâche supérieure, c'est-à-dire que le volume de l'espace annulaire renfermant cette colonne liquide égale celui de la bâche.

On comprend que le travail du premier bassin se produisant d'une manière inverse sur le deuxième, il y ait mouvement alternatif entre les deux parties de la machine ; ce mouvement est ensuite transformé en mouvement circulaire sur l'arbre moteur, au moyen de bielles et d'excentriques.

8

Nouveau système de pompes portatives du docteur Haro.

On connaît le mouvement péristaltique par lequel les intestins, en se contractant, favorisent l'acte de la digestion et de la défécation. Les canaux de l'organisme qui présentent ce phénomène, sont pourvus de fibres musculaires, dont les contractions ondulatoires poussent le bol alimentaire dans un sens déterminé. Ce mode d'impulsion a suggéré au docteur Haro l'idée de l'appliquer à une pompe n'ayant rien de commun avec les pompes rotatives employées dans l'industrie.

Voici la description de l'appareil.

Un tube en caoutchouc est disposé en spirale dans un cylindre creux. Autour de l'axe du cylindre, et à l'aide d'une manivelle, on fait mouvoir un galet qui roule sur le tube en caoutchouc, en le comprimant à la manière de la tunique musculaire de l'intestin. Il repousse ainsi devant lui les gaz et les liquides, tandis que le tube, reprenant sa forme après avoir été aplati, exerce une aspiration en rapport avec le degré d'élasticité du caoutchouc ; et cette action du galet est continue, puisque le tube décrit un circuit complet dans l'intérieur de la caisse.

Comme les gros tubes de caoutchouc se plissent lors-

Digitized by Google

qu'on les tourne en spirale, on a dû, pour les grands appareils, substituer au cylindre circulaire creux un demi-cylindre, creux également, dans lequel est disposé le tube de caoutchouc. Alors on a adapté au bras deux galets diamétralement opposés qui viennent successivement, en aplatissant le tube, produire le mouvement du liquide.

Ce système de pompe peut être employé à différents usages, soit comme appareil à injection ou à douche, soit comme pompe d'arrosage, soit comme pompe servant au décuvage des vins.

9

Nouveau système de pompe aspirante.

Inventé par M. Lécorché, ce nouvel appareil présente certains avantages sur les systèmes actuellement en faveur.

Il se compose d'un corps de pompe plongeant par sa partie inférieure dans un réservoir qui l'enveloppe complétement, sans avoir avec l'air aucune communication. Le tuyau d'aspiration, qui va se terminer dans le puits, prend naissance à la paroi supérieure du réservoir, où une soupape règle l'arrivée de l'eau. Le réservoir a primitivement été rempli d'eau pendant le montage de l'appareil.

Le fonctionnement de la pompe est facile à comprendre. Le piston étant animé d'un mouvement de va-et-vient, élève dans le corps de pompe l'eau du réservoir, où le vide se fait alors, ainsi que dans le tuyau d'aspiration. L'eau du puits monte donc, poussée par la pression atmosphérique, et remplit le réservoir dans lequel, grâce à cette disposition, il y aura toujours de l'eau; par conséquent les soupapes du corps de pompe et du piston ne pourront jamais se dessécher.

Cette pompe ne peut jamais se désamorcer.

Un autre avantage de l'appareil de M. Lécorché est

Digitized by Google

d'éviter le *coup de bélier barométrique*, qui se fait sentir dans les pompes ordinaires, lorsque le mouvement du piston est trop accéléré. Dans la pompe qui nous occupe, cet effet n'est pas à craindre, car l'eau dans laquelle le corps de pompe est plongé, est immédiatement aspirée, et il n'en résulte qu'une promptitude et une continuité plus grandes de l'ascension par le tuyau d'aspiration pendant les mouvements alternatifs du piston.

10

Emploi de l'huile de pétrole pour le chauffage des locomotives.

Nous avons déjà parlé dans ce recueil[1] de l'emploi, fait avec tant de succès, du pétrole comme combustible dans le foyer des machines fixes et des bateaux à vapeur. Les expériences faites, en 1868, sur le yacht impérial *le Puebla*, ont prouvé avec quelle facilité on pouvait brûler le pétrole dans le foyer des chaudières des bateaux à vapeur. Il restait à essayer ce même système pour les locomotives. M. Sainte-Claire Deville a fait connaître en 1869 les résultats d'une série d'expériences entreprises dans ce but sur une locomotive du chemin de fer de l'Est, mise à sa disposition par M. Sauvage, directeur de ce chemin de fer. Un ingénieur distingué, M. Dieudonné, avait été chargé par M. Sauvage de tout le travail d'exécution, consistant à approprier le foyer de la locomotive à la combustion du pétrole.

Il était beaucoup plus difficile de chauffer une locomotive à l'huile minérale que de chauffer par le même système un foyer fixe ou celui d'un bateau à vapeur. Les voûtes construites en briques, qui ont si bien réussi dans ces deux cas, pour composer le foyer, ne pouvaient être employées ici, à cause de la trépidation énergique à la-

1. 13e Année, pages 105-111.

Digitized by Google

quelle sont soumises toutes les parties d'une locomotive, trépidation qui n'aurait pas tardé à disloquer le fourneau et ses accessoires. Il fallait un four entièrement métallique, et en même temps simple et peu volumineux. D'ailleurs les quantités d'huile brûlée par heure dans une locomotive qui développe une force de 300 chevaux, sont tellement considérables, par rapport à la surface dont on peut disposer, que les conditions de la combustion peuvent être considérées comme absolument différentes de ce qu'elles sont dans une chaudière à vapeur ordinaire.

M. Sainte-Claire Deville a résolu ce problème en disposant verticalement une grille de fonte placée profondément dans un foyer de tôle, et en faisant couler l'huile dans une rainure intérieure et profonde, creusée le long de chaque barreau. L'huile, se répandant ainsi dans l'intervalle des barreaux, se volatilise entièrement, sans qu'aucune portion du combustible puisse arriver autrement qu'en vapeurs au bas du foyer. La grille paraît représenter ainsi une série de lampes, les barreaux servant de mèches pour volatiliser l'huile qui coule entre leurs rainures. L'air qui afflue par l'intervalle compris entre les barreaux, détermine la formation d'une flamme très-vive et très-courte, et en même temps prodigieusement chaude.

Si l'on veut accroître considérablement la surface d'évaporation de l'huile, sans augmenter les dimensions extérieures de la grille, il suffit d'incliner, suivant un angle convenable, la paroi postérieure de la grille. Dans ce cas, le chemin parcouru par l'huile est plus long, la quantité de vapeur produite dans un temps donné plus considérable; et si l'on active le tirage de la cheminée, on arrive à accroître, dans la même proportion, la chaleur développée dans le foyer.

La transformation du foyer de la locomotive en une grille à barreaux verticaux a été faite avec une grande précision et une grande habileté par M. l'ingénieur Dieudonné. Pour distribuer l'huile sur la grille selon les besoins de la combustion et selon la rapidité de la marche de la locomo-

Digitized by Google

tive, on fait usage d'un robinet, qui s'ouvre par une vis graduée, placée à l'extérieur. Cette vis graduée est de l'invention de M. Brisse, sous-directeur des ateliers d'Épernay. La tête de cette vis graduée est placée à la portée du mécanicien, qui peut ainsi donner à volonté les quantités d'huile correspondant à la quantité de vapeur qu'on veut obtenir.

Rien d'ailleurs n'a été modifié dans le mode du tirage de la cheminée, qui se fait, comme à l'ordinaire, par l'injection, dans la boîte à fumée, de la vapeur sortant des cylindres. La conduite du feu réglée par la vis est tellement facile, qu'elle peut être confiée au mécanicien en sus de ses fonctions ordinaires, si bien que, par le fait, le travail du chauffeur est supprimé.

On a ce grand avantage avec l'huile de pétrole brûlée dans les locomotives, de ne produire absolument aucune fumée. On évite également ces projections de charbons incandescents sur le parcours de la voie, qui sont quelquefois une cause d'incendie. En cas d'accident ou de choc, le robinet d'introduction de l'huile pouvant être fermé, d'un tour de main, le foyer s'éteint subitement, et ne peut plus causer ces affreux incendies dont les résultats ont été si souvent funestes.

Un perfectionnement utile a été apporté récemment par MM. Sainte-Claire Deville et Dieudonné à la disposition du foyer de locomotive disposé pour la combustion du pétrole.

Les orifices débitant le liquide ne le fournissaient pas toujours uniformément, de sorte que, l'entrée de l'air étant toujours la même, il y avait excès d'air pour les petits filets de pétrole tombant dans le foyer, et insuffisance pour les gros filets, ce qui était une cause de production de fumée. Il fallait donc régulariser le débit du liquide combustible. On est arrivé à ce résultat en envoyant, par intervalles, dans le foyer, un jet de vapeur à haute pression. Cette vapeur, lancée avec force, nettoie parfaitement les petits orifices des tubes qui laissent couler le pétrole. Cet envoi de vapeur se fait environ d'heure en heure, pendant

Digitized by Google

l'arrêt du train. Grâce à ce moyen, la production de vapeur dans la chaudière de la locomotive est devenue régulière, et a dépassé 10 litres de vapeur par kilogramme d'huile minérale brûlée.

MM. Sainte-Claire Deville et Dieudonné ont expérimenté, au chemin de fer de l'Est, avec deux locomotives. La première a consommé 6 kilogrammes d'huile par kilomètre de parcours. Pour faire le même travail, les locomotives ordinaires, consommant du coke, brûlaient plus de 9 kilogrammes de coke. D'où il résulte que la consommation d'huile minérale n'a été que de 66 pour 100 en poids de la consommation du coke.

Une seconde machine a exécuté jusqu'à présent 1 433 kilomètres de parcours. La consommation d'huile a été de 9 kilogrammes par kilomètre en pleine marche, plus 90 kilogrammes par allumage, et 25 kilogrammes par heure de stationnement en feu. Le poids d'eau vaporisée par kilogramme d'huile a été de 10 kilogrammes 90. Or, par kilogramme de coke brûlé sur le foyer d'une locomotive ordinaire, on vaporise 7 kilogrammes 90; le rapport de ces deux poids est de 138 à 100.

11

e grand ballon captif de Londres.

Tous les Parisiens se rappellent avoir vu, lors de l'Exposition universelle de 1867, planer, immobile, dans la direction du Champ de Mars, un ballon, dont la nacelle contenait une vingtaine de personnes. C'était le ballon captif. Cette tentative, due à M. Giffard, auquel on doit la belle invention de l'injecteur des chaudières à vapeur, réussit pleinement. Le ballon s'élevait et descendait avec la plus grande régularité; le câble, enroulé et déroulé au moyen d'une machine à vapeur, fonctionnait admirablement. Beaucoup de personnes qui ne se fussent pas embarquées dans

Digitized by Google

un ballon libre, s'installaient dans la nacelle du ballon captif, pour jouir du magnifique spectacle qu'on découvrait de cette hauteur.

Le succès obtenu à Paris s'est renouvelé à Londres, en 1869, où M. Giffard a construit un autre ballon captif, supérieur au premier à tous les points de vue.

Cet aérostat n'a pas moins de douze mille mètres cubes, capacité qui égale celle de nos plus grands gazomètres ; sa hauteur est de 37 mètres. Il est enfermé dans une enceinte formant un cylindre de soixante-dix mètres de diamètre et d'une hauteur égale à celle du ballon. Au-dessous de ce gigantesque aérostat s'ouvre une grande cavité, une cuvette, au fond de laquelle se trouve une poulie de fer qui retient le câble. La longueur de ce câble est de 650 mètres, son poids est de 3000 kilogrammes. Après s'être engagé autour de la poulie mobile située au fond de la cuvette, le câble s'engage dans un petit tunnel souterrain, et va s'enrouler sur une bobine de fer de 7 mètres de longueur et de 2 mètres de diamètre, mue par deux machines à vapeur de la force de 150 chevaux.

Le ballon captif est gonflé avec du gaz hydrogène pur, renfermé dans une enveloppe imperméable. L'étoffe de cette enveloppe est ainsi composée : deux tissus de toile enserrent une feuille de caoutchouc; le tout est recouvert d'une seconde couche de caoutchouc, puis d'un tissu de mousseline, sur lequel sont appliquées une couche de vernis à la gomme laque et six couches successives de vernis à l'huile. Grâce à cette enveloppe qui ne pèse pas moins de 2800 kilogrammes, l'hydrogène se perd très-difficilement, malgré sa tendance à traverser les substances les plus denses et les plus compactes. Le ballon est gonflé une seule fois pour toutes les ascensions qu'il doit effectuer.

Le ballon captif de Londres, dont la surface était de 2500 mètres carrés environ, a nécessité quatre kilomètres de couture, pour coudre ensemble, à la mécanique, tous les fuseaux.

Quand le temps était calme, le ballon s'élevait verticale-

Digitized by Google

ment et restait en l'air presque immobile; mais, lorsque le vent soufflait, il lui offrait une large surface et s'éloignait de l'arène en s'inclinant.

Le câble peut résister à une tension de vingt mille kilogrammes; l'idée d'une rupture semblait donc, sinon impossible, du moins peu probable. Pourtant, malgré la solidité de cette amarre, un beau jour, à la stupéfaction des assistants, le ballon, demeuré jusqu'alors immobile, rompit la chaîne qui l'attachait à la terre, et s'envola dans les nuages avec une vitesse énorme. Le câble s'était brisé en sortant de sa poulie de fer.

On croyait le ballon perdu; mais heureusement il n'en était rien. Il tomba à vingt lieues de Londres, où on le ramena, comme un écolier surpris en flagrant délit d'école buissonnière.

Il n'y avait personne dans la nacelle.

12

L'ascension du Pôle-Nord.

Le dimanche 27 juin 1869, par un temps magnifique, toute l'enceinte du Champ de Mars, les avenues qui l'entourent, et l'immense escalier du Trocadéro, contenaient une multitude compacte de spectateurs, qui étaient venus voir l'ascension du plus grand ballon qui ait jamais fendu les airs, si l'on en excepte le ballon captif de Londres.

Le *Pôle-Nord*, — tel était le nom de ce ballon, — avait été ainsi baptisé, parce que les bénéfices que devait donner le prix des places, étaient affectés à l'expédition boréale que M. Gustave Lambert prépare depuis si longtemps. Malheureusement, l'affluence était plus grande autour du Champ de Mars qu'à l'intérieur de l'enceinte réservée, et la recette hélas! n'a pas même couvert les frais. Mais revenons à l'ascension.

Le *Pôle-Nord* est de tous les ballons libres le plus rand

Digitized by Google

et le plus majestueux. Sa forme est parfaitement sphérique : son diamètre est de 27 mètres, sa capacité de 10 300 mètres cubes environ et sa surface de 2000 mètres carrés. Son enveloppe est semblable à celle du ballon captif de Londres. Ajoutons que, comme ce dernier aérostat, il a été construit par M. Giffard, et mis libéralement par cet ingénieur au service de la science aérostatique.

Le filet qui entoure le ballon est en corde goudronnée, de la grosseur du petit doigt et ne contient pas moins de 38 000 mailles ; son poids est de 1600 kilogrammes. La nacelle, qui est une boîte d'osier, grande comme une chambre, a un fond carré de $3^m,20$ de côté ; sa hauteur est de $1^m,10$. Elle n'a point de plafond ni d'étages inutiles. Elle pèse 300 kilogrammes.

L'expédition du *Pôle-Nord*, dont le but était tout scientifique, n'a pas produit de résultat à ce point de vue. Un oubli inconcevable força les voyageurs de s'occuper, en l'air, à toute autre chose qu'à des observations scientifiques. Devant les récriminations d'un public impatienté, on avait dû partir en jetant tout pêle-mêle dans la nacelle, et les instruments se trouvaient enfouis sous sept cents kilogrammes de cordages. De plus, un vent nord-est poussant l'esquif aérien vers la mer, força les voyageurs à descendre vers la nuit, ce qu'ils exécutèrent avec assez de bonheur.

Cette ascension n'a pourtant pas été entièrement inutile. De nombreux perfectionnements ont été reconnus nécessaires dans la forme des instruments et dans la disposition des organes d'arrêt, etc. Ce n'est qu'en forgeant qu'on devient forgeron.

Digitized by Google

PHYSIQUE.

1

Le câble transatlantique français.

Le nouveau câble transatlantique que le *Great-Eastern*, vers le milieu de l'année 1869, a déroulé au fond de l'Océan, part des environs de Brest, pour aboutir à l'île Saint-Pierre, possession française située près de l'île de Terre-Neuve.

De là, un second câble atterrit aux rivages du Nouveau-Monde, sur la côte des États-Unis.

Nous allons dire quel est le parcours exact de cette ligne et les profondeurs d'eau que l'on rencontre dans le trajet.

Le point de départ est établi au cap Ushat, à quelques kilomètres de Brest. La ligne débute dans une eau très-basse, car le fond a à peine 8 ou 10 brasses en ce point. Ensuite il s'abaisse lentement de 60 à 90 brasses. Remontant au nord, vers la côte irlandaise, le lit du câble descend brusquement à 200 brasses, puis s'accroît jusqu'à l'énorme profondeur de plus de 2000 brasses. C'est la profondeur qui se maintient à peu près uniformément vers le milieu de l'Océan et dans la plus grande partie de la ligne. Sur toute cette étendue le câble repose sur des couches de coquillages, qui paraissent recouvrir la plus grande partie du lit de l'Atlantique.

Après avoir franchi les parages connus sous les noms des *Trois-Cheminées*, situés par 47° de latitude nord et

Digitized by Google

30° de longitude ouest, le câble passe à une certaine distance au nord du lac Milne, et s'infléchit légèrement vers l'extrémité méridionale de Terre-Neuve, non loin du cap Race. Arrivé sur ce point, il suit, pendant un court espace de temps, le rivage sud de l'île, avec une profondeur qui ne va pas au delà de 100 brasses. Mais cette profondeur augmente jusqu'à 1580 mètres, en tournant vers le nord, pour passer entre les bas-fonds appelés le *Banc Vert* et le *Banc de Saint-Pierre*. Ce passage franchi, le câble atterrit sur l'île française de Saint-Pierre, non loin de la baie de Placencia, dans l'île de Terre-Neuve.

De l'île Saint-Pierre, où se trouve une station télégraphique, la ligne se dirige vers le sud, dans des profondeurs moyennes de 200 à 300 brasses, au large du cap Breton, de la côte de la Nouvelle-Écosse et du cap de Sable; puis au sud du Brown-Bank jusqu'au cap Ced, et de là jusqu'à un autre point situé dans le voisinage de Plymouth, petite ville de la côte du Massachussets.

La longueur totale du câble nécessaire pour cet immense parcours n'est pas de moins de 3564 milles maritimes, c'est-à-dire qu'elle est presque double de la longueur du câble transatlantique anglo-américain. La distance en droite ligne entre Valentia et Heart's Content, point d'arrivée du câble atlantique anglo-américain actuel entre l'Irlande et le Nouveau-Monde, est seulement de 1670 milles maritimes; mais il a fallu confectionner une longueur de 2400 milles en plus pour faire la part du défaut de tension et des accidents qui pouvaient se présenter dans la pose du câble.

La ligne se composant de deux sections, on avait préparé pour chaque section trois sortes différentes de câbles, à savoir une extrémité ou *câble de rivage*, un corps principal ou *câble de fond*, et un troisième pour les hauts fonds. Chacune de ces parties ressemble à peu près, quant à la structure, aux câbles anglo-américains de 1865 et 1866. La plus grande longueur, celle de Brest à Saint-Pierre, a 2325 milles de long.

Le conducteur de la section de Brest à Saint-Pierre est

Digitized by Google

plus lourd que celui du second câble transatlantique anglais, qui fonctionne actuellement entre l'Irlande et l'Amérique, mais il en diffère peu quant à la structure et il pèse 400 livres par mille, ce qui constitue un avantage certain quant à la durée. Autour du conducteur sont enroulées quatre feuilles de gutta-percha, séparées les unes des autres par quatre couches de *mastic Chatterton*. Tout autour de ce noyau se trouvent des fils de fer galvanisés, enveloppés dans des cordes de chanvre de Manille. Dans les câbles océaniens antérieurement en activité, ce chanvre était à son état naturel; dans le câble français, il est imprégné de goudron, ce qui est une condition préservatrice.

Tout cet ensemble pèse 1500 kilogrammes par mille dans l'eau et 1550 kilogrammes dans l'air. La force de résistance du câble français est d'un peu plus de 10 tonnes, de sorte qu'il peut supporter une longueur d'environ 10 milles à l'état de section flottante, sans encourir grand danger; et comme la plus grande profondeur d'immersion qu'il doive atteindre n'excède pas 2 milles et demi, on peut dire que le danger de rupture est nul.

Les sections voisines des points d'atterrissement sont construites de la même manière que les extrémités du câble transatlantique anglais, et elles pèsent environ 20 tonnes par mille. On croit que leur résistance est d'environ 60 tonnes, ce qui est une merveille de puissance. On a posé de chaque côté de l'Amérique environ 20 milles de ce terrible faisceau de fils métalliques.

Ces sections côtières, qui vont en s'amincissant, sont suivies, du côté de la mer et à chaque extrémité, de sections que l'on appelle *câbles intermédiaires*, et qui ont chacune environ 70 milles de longueur. Le noyau de ces derniers câbles est construit de la même manière dans cette section que dans les autres; il n'y a de différence que dans l'enveloppe externe.

Cette enveloppe, dans les parties qui ne sont pas immergées plus profondément que 100 ou 150 brasses, est fabriquée d'une manière plus solide que les autres, pour

Digitized by Google

parer aux effets du frottement contre les rochers. Au lieu de dix fils de fer, enveloppés d'étoupe, il y en a douze beaucoup plus gros, et qui sont revêtus, sur une épaisseur d'un demi-pouce environ, du composé siliceux de *Hatimor Clark*.

A la suite de ces parties intermédiaires vient le *câble de fond*, que nous avons déjà décrit, et qui traverse l'Atlantique jusqu'aux abords de l'île Saint-Pierre.

Nous ne surprendrons personne en disant que la fabrication des câbles télégraphiques, en général, a marché en se perfectionnant sans cesse, et que l'on a profité, à chaque entreprise nouvelle, des enseignements fournis par les travaux précédents. Le câble atlantique anglais construit en 1865 l'emportait de beaucoup sous le rapport de la solidité, et surtout pour la bonne conductibilité électrique, sur tous les câbles conducteurs du même genre que l'on avait exécutés jusqu'à cette époque. Le câble qui fut immergé en 1866 était encore plus résistant et meilleur conducteur de l'électricité que le câble de 1865. A son tour, le câble de 1866 demeure au-dessous du câble français de 1869 qui, en sa qualité de nouveau venu, est le plus perfectionné.

On exprime la qualité conductrice d'un câble au moyen de ce que l'on nomme les *unités de résistance*, expression adoptée pour désigner les défauts de conductibilité qui amènent la perte d'une partie du courant électrique. Quand on construisit en Angleterre le câble sous-marin destiné à continuer, à travers le golfe Persique, la ligne du télégraphe indien, le gouvernement de l'Inde spécifia que le câble du golfe Persique offrirait une résistance de cinquante millions d'unités. On s'imagina d'abord qu'il serait presque impossible d'atteindre ce degré de perfection. Cependant on l'atteignit, et même on le dépassa. Pour le câble atlantique de 1865, on imposa une résistance de cent millions d'unités, qui fut parfaitement réalisée. Pour le câble de 1866, on porta la résistance à cent cinquante millions d'unités. Enfin, d'après les contacts, le câble français a une résistance de deux cent cinquante millions d'unités.

Digitized by Google

L'isolement augmente chaque jour, une fois la submersion opérée. Les deux câbles atlantiques anglais ont, en effet, beaucoup gagné au point de vue de l'isolement, depuis qu'ils reposent au fond de l'Océan. On assure que, dans le courant de l'année 1868, leur degré de résistance s'est élevé jusqu'à quatre milliards d'unités.

Le déroulement du câble dans la profondeur de la mer a été confié cette fois encore à l'équipage du *Great-Eastern*, ce monstrueux bâtiment de la marine britannique qui est décidément affecté à la pose des conducteurs intra-océaniques.

Le commandant du *Great-Eastern* était M. Halpin ; sir Samuel et M. Henry Cliffard étaient chargés de l'œuvre difficile de la pose du câble ; M. Willoughby Smith s'est occupé de ce qui avait trait aux courants et aux signaux ; MM. Clark, Fordel Jenkin ont surveillé en qualité d'ingénieurs l'ensemble des opérations ; sir William Thompson et le professeur Varley ont été préposés à tout ce qui concerne l'électricité.

Nous allons maintenant donner un résumé de ce qui a précédé l'immersion du nouveau câble, faire connaître les particularités de sa construction, la manière dont l'électricité fonctionne dans ce conducteur et les appareils qui servent à enregistrer les messages transatlantiques.

Un câble télégraphique sous-marin destiné à franchir un aussi prodigieux parcours n'est pas, en effet, dans les conditions d'un fil sous-marin ordinaire. L'isolement d'un fil central dans le câble, et la manière de combattre à l'intérieur de cet assemblage l'irrégularité du courant électrique, exigent autant de dispositions adaptées à ce cas particulier. Comme le système dont on fait usage dans ce but, et qui est une conquête toute récente de la science, n'est pas généralement connu, on lira peut-être ici sa description avec intérêt. Nous décrirons également les organes mécaniques qui servent, à bord du *Great-Eastern*, à dérouler avec précaution, de manière à éviter toute rupture, un

Digitized by Google

câble conducteur très-lourd et qui, avant d'atteindre le lit de la mer, doit, comme nous l'avons déjà dit, descendre quelquefois à près de 4 kilomètres de profondeur.

Le nouveau câble atlantique a été fabriqué, non en France, mais en Angleterre. Là, en effet, se trouve le seul établissement qui possède un outillage approprié à une telle fabrication. C'est dans les ateliers de Greenwich qu'ont été fabriqués les deux câbles anglo-américains fonctionnant aujourd'hui. Par conséquent, les directeurs de cette usine ont acquis une expérience précieuse de ce genre de travaux.

Les diverses opérations, c'est-à-dire la fabrication de l'âme du câble, et la purification de la gutta-percha destinée à isoler les fils, se sont faites dans des usines particulières, aux environs de Londres. Mais c'est à Greenwich que tous ces matériaux ont été mis en œuvre et que l'on a achevé le merveilleux conducteur.

Donnons, en peu de mots, une idée de la manière dont on procède, en général, à la fabrication d'un câble télégraphique destiné à être immergé entre les deux mondes.

Le premier travail consiste à garantir de leur enveloppe isolante les fils de cuivre dont la réunion doit composer le câble. Ce câble est formé, au centre, d'une *âme*, résultant de la réunion de sept fils de cuivre entrelacés et entourés d'une forte couche de gutta-percha. Cette âme est recouverte ensuite d'une couche de chanvre, que l'on serre fortement par-dessus l'âme, au moyen de dix fils d'acier entrelacés.

C'est une curieuse opération que celle qui consiste à envelopper de gutta-percha les fils composant l'âme du câble. Voici comment on y procède.

On place la gutta-percha dans deux cylindres horizontaux, aboutissant à un tube vertical, chauffé au moyen de la vapeur jusqu'à ce que la gutta-percha devienne à demi fluide. Alors on presse fortement la matière par deux pistons, qui avancent lentement, poussés par une machine à vapeur. La gutta-percha s'écoule alors par deux petits ori-

Digitized by Google

fices ménagés à la base des cylindres et communiquant avec un tube. On introduit dans ce tube le fil, qui reçoit une couche de gutta-percha, laquelle, en se refroidissant, reste attachée au métal. Ce fil traverse le tube, tiré par une roue que la vapeur met en mouvement d'une manière uniforme.

L'âme du câble est ainsi préparée par longueurs de 160 kilomètres et enroulée sur d'énormes bobines, que l'on peut rouler comme des tonneaux pour les transporter Ces tambours, enveloppés soigneusement dans une feuille de gutta-percha, sont placés dans des cuves pleines d'eau et transportés à la manufacture de Birkenhead pour y recevoir leur armature extérieure.

En arrivant à la fabrique, ces bobines sont enfilées dans des axes autour desquels elles peuvent tourner pour l'opération du déroulement. Pendant le déroulement de l'âme du câble, recouverte de gutta-percha, on applique autour du fil une couche d'étoupe imprégnée d'une composition formée de poix et de goudron. Cette garniture de chanvre a pour but de protéger la gutta-percha contre la pression de l'armature en fer.

A mesure qu'une bobine est épuisée, on défait rapidement l'extrémité restante, pour en faire la soudure avec le fil d'une nouvelle bobine.

Pour fixer l'armature extérieure, c'est-à-dire les sept fils d'acier qui doivent comprimer l'enveloppe de chanvre, on se sert d'une sorte de table circulaire, à la circonférence de laquelle sont placées un certain nombre de bobines chargées de *torons* de fil de fer de $1^{mm},9$ de diamètre. Chaque toron se compose lui-même de 7 fils de $0^{mm},7$. L'âme du câble passe par une ouverture, et, en tournant sur elle-même, elle attire les torons de fil de fer des bobines qui sont placées verticalement tout autour. Des guides, placés à des hauteurs convenables, règlent l'intervalle qui doit séparer chaque tour de fil.

Quand le câble est ainsi terminé, on l'enroule sur lui-même au fond de grandes cuves pleines d'eau, où on l'aban-

Digitized by Google

donne jusqu'au moment où il faudra l'embarquer dans la cale du navire.

Au mois de janvier 1868, la fabrication du câble atlantique français était terminée dans les ateliers de Greenwich, et l'on s'occupait de le transporter dans les vastes flancs du *Great-Eastern*, ou plutôt à le retirer des cuves où il était conservé, pour l'embarquer à bord du *Great-Eastern*.

C'est au moyen de pontons que l'on transporta ces cuves sur ce navire. Un appareil mécanique servit à faire passer le câble de ces pontons dans la cale du *Great-Eastern*. Le câble passait le long d'un conduit de bois, et une poulie mue par la vapeur l'entraînait dans la cale, où trois énormes cuves étaient prêtes à le recevoir.

L'une de ces cuves était située à l'avant du navire; les deux autres au milieu et à l'arrière. Quand le câble arrivait, il était reçu par des ouvriers adroits et expérimentés qui le roulaient en anneaux réguliers, de manière à former une sorte de plancher. A mesure que les anneaux s'ajoutaient l'un à l'autre, une pompe les noyait dans l'eau, de manière qu'ils fussent toujours submergés.

Quand la charge d'un ponton était emmagasinée dans les cuves du *Great-Eastern*, on faisait arriver un second ponton, chargé de la même manière. On soudait le nouveau bout à celui des cuves du *Great-Eastern*, et on faisait descendre dans la cale, par le même moyen, le contenu de ce ponton. Cette opération fut répétée jusqu'à l'entier arrimage du câble dans les trois cuves du *Great-Eastern*.

Ajoutons que l'on avait soin de faire continuellement circuler le courant électrique dans le câble entier au fur et à mesure de son arrivage pour s'assurer de son bon état de conductibilité.

C'est ici le moment de rappeler que les portions côtières du câble, c'est-à-dire celles qui doivent toucher au rivage, tant sur la côte de Brest que sur celle de l'île Saint-Pierre et des États-Unis, sont beaucoup plus fortes que les portions destinées à être déposées en pleine mer. *Le Great-Eastern* n'aurait pu porter à la fois et les gros câbles côtie

Digitized by Google

et l'immense conducteur du fond. Trois autres grands navires à vapeur ont donc reçu les deux câbles d'atterrissement, ainsi que la section du câble qui va de l'île Saint-Pierre au rivage des États-Unis et à New-York.

Le moment choisi pour l'immersion du câble atlantique français a été la dernière semaine de juin, parce que l'on a depuis bien longtemps constaté que l'Atlantique jouit alors, et jusqu'au milieu du mois de juillet, d'un calme à peu près inaltérable. C'est à cette même époque que l'on a procédé en 1858, en 1865 et en 1866 à cette opération, et le temps n'a jamais contrarié les manœuvres.

A la date fixée, c'est-à-dire au commencement de juin, l'embarquement à bord du *Great-Eastern* de la totalité du câble océanien, ainsi que l'installation du câble côtier à bord des trois autres navires à vapeur, était terminé, et la flottille prête à mettre à la voile. Le 12 juin, *le Great-Eastern* partit de Sherness, et, après avoir franchi la barre, il se rendit au mouillage de Nore. Le lendemain, profitant de la marée haute, il traversa le Swash au moyen du canal Alexandre : c'était la dernière difficulté qu'il avait à surmonter. Le vendredi suivant, après avoir complété sa provision de charbon à Portland, il se dirigeait sur Brest. Les trois steamers l'avaient précédé : *le Sundsea*, ayant à son bord le câble d'atterrissage; *le Chiltern* et *le Hawk* portant les bouées et les machines pour filer ce câble.

Le câble destiné aux rivages du Nouveau-Monde était arrimé à bord du *William-Cory*. Ce dernier navire était déjà parti pour l'île Saint-Pierre.

Le Great-Eastern arriva dans les eaux de Brest le 18 juin, c'est-à-dire un jour avant le moment fixé. Le temps paraissant éminemment propice à l'opération décisive qui devait s'accomplir, le commandant du navire, M. Anderson, jugea ne devoir mettre aucun retard au départ de la flottille.

C'est à cette circonstance qu'il faut attribuer la déception regrettable qu'ont éprouvée les membres de la presse parisienne, les actionnaires et les administrateurs, que la

Digitized by Google

Compagnie du Câble atlantique avait invités à visiter, le 19 juin, *le Great-Eastern*, au moment de son départ. Il leur fut impossible de monter à bord du navire. M. Paul Guéroult a donné en ces termes, dans l'*Opinion nationale*, l'explication de ce contre-temps : « Le capitaine du *Great-Eastern*, ayant eu connaissance du nombre considérable des invités de la Compagnie française, fut effrayé de la responsabilité qu'il allait encourir en cas d'accident, s'il laissait envahir son navire par une foule aussi grande. »

Les ordres étaient formels. Les trois petits navires venus de Brest et portant les invités parisiens durent se borner à circuler autour des vastes flancs du *Great-Eastern*, sans que personne pût obtenir l'autorisation de l'accoster. Le commandant maritime de Brest ne put même être admis. Les passagers des trois petits navires à vapeur rentrèrent à Brest, sans avoir pu monter à bord du *Great-Eastern*, qu'ils étaient venus visiter sur l'invitation de la Compagnie.

Pendant que la flottille parisienne regagnait le port de Brest après cette déconvenue, *le Great-Eastern* s'occupait, avec activité, de faire exécuter la soudure du câble océanien et du câble côtier, dont l'extrémité flottait suspendue à une bouée. Il était arrivé à six heures du matin; à minuit le câble du large était soudé au câble de terre, et à trois heures du matin l'immense navire commençait à quitter le rivage français et à dévider le câble. Il était accompagné du *Chiltern* et de *la Scanderia*, navires à vapeur anglais.

La machine qui servit à opérer le dévidement et l'immersion du câble, joue le rôle principal dans l'œuvre extraordinaire qui s'est accomplie au mois de juin. Il ne sera donc pas hors de propos d'en donner la description.

En s'élevant au-dessus de la cale, au sortir de la cuve, le câble passe dans la rainure profonde d'une roue de fer, et file le long d'un auget plein d'eau, jusque sur le pont. Arrivé là, il s'engage dans les gorges de six roues verticales successives, s'enroule quatre fois autour d'un double tambour, qui se compose de deux roues plus larges

Digitized by Google

et plus hautes que les six premières, puis dans la gorge d'une dernière roue placée au-dessus et en dehors de l'extrême poupe, et tombe enfin à la mer. Quand il passe sur les six premières roues, le câble est pressé dans leur gorge par des galets, ou petites roues, que l'on peut charger de poids. Des tiges recourbées surmontant les roues sont destinées à recevoir des lampes pour éclairer les ouvriers pendant le travail de la nuit.

Un appareil spécial empêche que les tours formés sur le tambour ne viennent s'entre-croiser. La vitesse du tambour est réglée par deux freins ; celle des six roues placées en avant du tambour, par des freins particuliers. Le câble est constamment humecté d'eau pendant son déroulement, à l'aide de pompes qui jouent incessamment. Un dynamomètre est placé à l'extrémité du navire. Une roue de gouvernail, placée près du dynamomètre, permet d'ouvrir et de fermer les freins du tambour avec une facilité extrême.

Cet appareil fonctionne si doucement que, les freins étant levés, il suffit d'une charge de 80 kilogrammes pour faire dévider le câble.

En prévision de tous événements, un cordage de fer, long de 5000 brasses (9290 mètres), portant des divisions par 100 brasses, fut destiné à soutenir le câble et à y fixer une bouée, si l'on est obligé, en le coupant, de le laisser filer au fond de la mer pour attendre un temps meilleur. Enfin, une machine spéciale, placée à l'avant du navire, sert à retenir le câble en cas de rupture ou si un défaut vient à s'y manifester.

C'est avec cet appareil que *le Great-Eastern* déroula et fit descendre au fond de la mer l'immense conducteur sub-océanien.

Le câble même, à mesure qu'il était déposé, servait à envoyer sur les côtes de France des dépêches électriques signalant le bon ou le mauvais fonctionnement de l'opération.

Comment l'électricité est-elle mise en jeu pour faire fonctionner les appareils télégraphiques établis à la sta-

Digitized by Google

tion de Brest? Répondre à cette question, c'est décrire le système tout particulier d'après lequel l'électricité agit dans un câble transatlantique. C'est cette explication que nous allons essayer de donner.

Le télégraphe sous-marin n'est point dans les conditions d'un fil télégraphique aérien. Il n'est point, comme un fil télégraphique ordinaire, soutenu par des supports isolateurs. Tout au contraire, il est immergé dans un milieu éminemment conducteur de l'électricité, dans l'eau de la mer, qui conduit parfaitement le fluide électrique, comme toutes les dissolutions salines. La couche épaisse de gutta-percha qui l'enveloppe, pour l'isoler de ce milieu conducteur et prévenir la déperdition de l'électricité, n'est pas d'ailleurs douée d'une propriété isolante absolue. Il est, en effet, reconnu que la gutta-percha laisse perdre plus d'un tiers de l'électricité envoyée dans les conducteurs qu'elle enveloppe. De là une première cause de perte ou d'affaiblissement du courant électrique.

Mais une seconde difficulté, pour la certitude de la transmission, résulte de la contexture et de la composition du câble. Un câble sous-marin se compose, en général, d'un fil de cuivre placé au milieu d'une couche de gutta-percha, entourée elle-même d'une seconde enveloppe de chanvre. Enfin, il est cerclé à l'extérieur au moyen d'un certain nombre de fils de fer, qui lui donnent assez de poids pour séjourner au fond de l'eau, et assez de résistance pour ne point se briser pendant l'opération de la pose. Or, cette armature extérieure, ces fils de fer renforçant l'enveloppe, produisent un très-fâcheux effet au point de vue physique.

Ainsi ficelé par un cordon métallique, le câble se trouve dans les conditions d'une véritable *bouteille de Leyde*. Il se compose, en effet, de deux surfaces métalliques, savoir : le fil de cuivre intérieur par lequel passe le courant électrique, et les fils de fer qui composent son armature extérieure; le tout séparé par une substance isolante, la gutta-

Digitized by Google

percha. Aussi voit-on se produire dans un câble sous-marin le phénomène ordinaire de la bouteille de Leyde. Pendant que le fil de cuivre intérieur est parcouru par un courant d'électricité positive, par exemple, les fils de fer extérieurs sont chargés d'électricité négative. Le courant d'électricité positive qui traverse le fil décompose, par influence, le fluide naturel de l'enveloppe métallique extérieure; le fluide positif de cette enveloppe est repoussé et se perd dans l'eau de mer, qui lui offre un libre passage, tandis que le fluide négatif reste à l'état de liberté dans l'enveloppe extérieure.

On comprend que le courant inverse qui parcourt ces fils de fer de l'armature extérieure du câble atlantique exerce une action fâcheuse sur le courant principal qui chemine dans le fil intérieur; il retarde la marche; il le paralyse en le neutralisant.

Il importait donc de supprimer ces courants d'induction, et l'on est parvenu à ce résultat grâce au système du savant électricien anglais M. Witehouse.

Nous avons dit plus haut qu'il se produit dans l'enveloppe métallique extérieure un courant opposé à celui qui parcourt le fil intérieur, et que cet antagonisme entraîne, comme conséquence, un certain retard dans la vitesse de transport du fluide. Pour parer à cet inconvénient, M. Witehouse eut une idée qui va paraître simple quand on en sera instruit, mais qui est véritablement, par sa simplicité même, une inspiration de génie.

Pour anéantir l'effet nuisible du courant d'induction extérieur, M. Witehouse eut la pensée d'envoyer alternativement dans le câble de l'électricité positive et de l'électricité négative. A cet effet, M. Witehouse fit usage d'un pendule qui, à un intervalle marqué par chacune des oscillations, fait passer alternativement dans le fil conducteur de l'électricité positive et de l'électricité négative, parce qu'il vient se mettre successivement en contact, à chacune de ses oscillations périodiques, avec le pôle, positif ou négatif, de la pile ou de la source d'électricité.

Digitized by Google

Vous voyez le résultat de cette manœuvre : en changeant ainsi, alternativement, la nature de l'électricité envoyée dans le câble, on annule, on neutralise le courant d'induction provoqué dans l'enveloppe. Lorsque, en effet, l'électricité positive envoyée d'abord à l'intérieur du câble a provoqué, par induction, dans l'armature extérieure, un courant d'électricité négative, si, au bout de quelques secondes, on envoie dans le câble de l'électricité négative, celle-ci provoque à son tour par influence, par induction, un courant d'électricité positive dans cette même armature extérieure, et tout aussitôt ces deux courants s'annulent, se neutralisent, s'anéantissent l'un l'autre, absolument comme se neutralise un acide par un alcali, absolument comme on détruirait, dans un tube, des vapeurs d'ammoniaque par un courant d'acide chlorhydrique. On le voit, il n'est rien de plus curieux, et l'on peut ajouter rien de plus efficace dans la pratique.

Un autre physicien, M. Varley, est arrivé au même résultat par un autre moyen, c'est-à-dire par l'emploi à l'extrémité de la ligne d'un *condensateur* de grande surface, espèce de bouteille de Leyde qui se charge au moyen de l'électricité du câble, et qui ensuite, renvoyant l'électricité contraire, neutralise celle qui était restée dans le conducteur.

Le système de M. Varley a été également adopté pour le fonctionnement du câble français.

Il nous reste à ajouter que l'électricité que l'on fait circuler dans le câble atlantique, n'est point empruntée à la pile voltaïque ; c'est de l'électricité d'induction dont on fait usage grâce à la *machine de Clarke*, fondée sur la rotation de deux aimants. On a reconnu que les courants d'induction, c'est-à-dire l'électricité fournie par la rotation d'un puissant aimant autour d'une lame de fer pur, se propagent plus rapidement que les courants voltaïques ordinaires. La vitesse de transmission de cette électricité est environ deux fois et demie plus grande que celle de l'électricité voltaïque ; elle augmente même avec la force du courant. On

Digitized by Google

a été conduit ainsi à préférer l'emploi des machines électro-magnétiques à celui des piles.

L'appareil employé pour fournir au câble atlantique l'électricité destinée à mettre en mouvement les signaux télégraphiques consiste en une série de cylindres de fer doux, entourés de deux hélices, l'une de gros fil formant le circuit inducteur, l'autre de fil fin formant le circuit induit, relié d'une part à la terre, et de l'autre au fil de la ligne. La première bobine est mise en communication avec la pile voltaïque destinée à provoquer dans le fil fin le courant induit.

Arrivons maintenant à la manière d'enregistrer, au moyen de ce courant électrique, les messages télégraphiques.

C'est au moyen de la simple déviation de l'aiguille aimantée par le courant électrique que l'on exécute les signaux dans la télégraphie transatlantique. La déviation de l'aiguille à droite indique les *lignes* de l'alphabet Morse et les déviations à gauche les *points* du même alphabet.

On avait reconnu que le meilleur moyen d'éviter les courants d'induction dans le câble atlantique était de faire usage de courants électriques excessivement faibles. Mais pour faire fonctionner les appareils télégraphiques avec de très-faibles courants, il fallait posséder un appareil à signaux prodigieusement sensible. C'est alors que M. Thomson inventa l'appareil qui porte son nom, c'est-à-dire le *galvanomètre de Thomson*, qui est seul employé aujourd'hui pour la correspondance télégraphique entre les deux mondes.

Cet appareil a pour but d'amplifier et de rendre sensibles les plus légers mouvements produits par les déviations de l'aiguille aimantée qui forme les signaux. A cet effet, l'aiguille est pourvue, à son extrémité mobile, d'un petit miroir métallique. Sur ce petit miroir vient tomber la lumière d'une lampe, et le rayon lumineux se projette, au milieu d'une chambre entièrement obscure, sur un écran placé à quelque distance.

Digitized by Google

C'est donc dans une chambre obscure que doit se tenir l'observateur ou l'employé télégraphique du câble atlantique, pour lire les espèces d'éclairs que forme la réflexion de la pointe de l'aiguille. On comprend facilement que par ces moyens on amplifie à volonté les plus petits mouvements de l'aiguille, et que, grâce à cet artifice, on puisse faire usage, pour exécuter des signaux, de courants excessivement faibles, lesquels n'altèrent pas le câble et ne produisent pas ces courants d'induction dont les effets sont si funestes, en général, aux conducteurs formés, comme les câbles transatlantiques, de substances hétérogènes.

C'est au moyen de cet appareil délicat que M. Thomson reçut et transmit à Paris, d'heure en heure, des renseignements sur la marche et les progrès de la grande opération accomplie par *le Great-Eastern.*

Nous allons maintenant mettre sous les yeux du lecteur le récit de la pose du câble, fait par un physicien anglais, témoin oculaire de cette œuvre admirable. La relation qui va suivre a été publiée par le journal *l'Ingénieur*, au mois d'août 1869.

« Dans la nuit du 21 juin, *le Great-Eastern*, écrit le physicien anglais, se mettait en marche, entreprenant pour la troisième fois son rôle de dévideur de câble à travers l'Atlantique. Afin de conserver une juste pondération dans la charge qu'il portait, on décréta que le bassin central fournirait d'abord 700 tonnes de câble (représentant 2 milles de câble pesant d'atterrissement et 100 milles de celui de poids moyen); c'étaient ensuite les bassins de l'avant et de l'arrière qui devaient pourvoir au déroulement par toute leur contenance, et finalement on devait revenir au bassin central.

Ce plan s'exécuta pendant deux jours à notre entière satisfaction, sans aucun incident digne d'être noté. Favorisés par un temps magnifique, les engins faisaient tous paisiblement leur devoir; à mesure que les heures succédaient aux heures, le câble se succédait à lui-même en s'enfonçant dans la mer comme une chaîne sans fin; tout était *O. K.* dans la chambre

Digitized by Google

d'épreuve, tout était en harmonie et semblait présager un succès facile. Le 22, à onze heures trente minutes du soir, on eut à faire le premier changement de bassin, en passant du central à celui de l'avant ; par une cause ou par une autre, il arriva toujours que de tels changements se firent de nuit. La marche du navire fut ralentie, le nouveau pli du câble fut guidé dans sa course, et le changement s'accomplit très-lestement ; il est vrai que ce qui eût embarrassé un homme expérimenté n'était qu'un jeu pour sir Samuel Canning. La petite opération dont il s'agit était très-simple en apparence, elle l'est particulièrement sur le papier ; mais l'observateur attentif ne pouvait s'empêcher d'admirer la dextérité du tour de main et de frémir des inextricables difficultés que pouvait entraîner une manœuvre moins habile.

Le 23, nous atteignîmes les grandes profondeurs de 2000 brasses, et de cette époque date le commencement d'une série rarement interrompue d'anxiétés et d'angoisses qui n'étaient que trop légitimement fondées.

Bien qu'aucun homme raisonnable ne pût espérer que le but d'une telle entreprise serait atteint sans la rencontre d'aucun obstacle et sans aucune négligence de notre part, cependant notre succès des deux premiers jours nous avait fait presque oublier ce qu'elle avait de périlleux ; aussi, lorsque le silence de la nuit fut troublé tout à coup par les sons formidables du gong, le 24 juin, vers deux heures du matin, nous éprouvâmes un saisissement d'autant plus vif que cette alerte renversait brusquement notre excès de confiance, et il nous sembla entendre des sons funèbres annonçant la mort du câble. Entre autres, nos amis les Français donnèrent les signes d'un profond désespoir : c'est un sentiment auquel tous les hommes sont sujets. Heureusement pour le câble, nos chefs étaient des hommes qui ne voyaient dans toute mésaventure qu'une excitation à redoubler d'efforts. On estima que le point fautif devait être environ à 1 mille en arrière, et l'on se mit à l'œuvre pour effectuer le relèvement dans cette longueur. Le câble fut coupé en deçà du tambour de déroulement et lié à une forte corde qui fut passée sur le tambour de l'appareil de relèvement, auquel on donna son mouvement révolutif. La mer était calme, l'opération s'exécuta sans encombre, avec une parfaite régularité, malgré la profondeur de 2000 brasses, la force de traction ne dépassant jamais 4 tonnes. On reconnut effectivement le point fautif après l'enroulement d'une longueur de câble de 1 mille, on retrancha de la partie immergée tout ce qui avait

Digitized by Google

été relevé, on la souda par une épissure au câble à dérouler, et à neuf heures et demie, le mal étant complétement réparé, le tambour de déroulement fut remis en action.

La cause de l'accident était une petite piqûre qui traversait la gutta-percha et atteignait le conducteur de cuivre. Comment cette piqûre se trouvait-elle là, il était difficile de le savoir. Deux jours de prospérité succédèrent à cet événement et nous commencions à nous rétablir du choc que nos nerfs en avaient reçu, lorsque, pendant notre déjeuner du 26, à huit heures du matin, un nouveau son du tocsin nous fit tressaillir. Il se trouvait encore un point fautif et l'on y remédia comme dans le cas précédent. La profondeur de l'eau était de 2500 brasses, la mer calme, le point fautif était à trois quarts de nœud en arrière du navire, et la marche du navire ne souffrit qu'une interruption de *trois heures!* L'examen du tronçon fit reconnaître une piqûre tout à fait semblable à celle qu'on avait déjà constatée. A cette époque, 630 milles du câble avaient été immergés.

Dans la soirée du 28 juin, le bassin de l'avant se trouva vidé et l'on passa au bassin de l'arrière.

Dans l'après-midi du 29, le beau temps nous abandonna, une brise s'éleva du sud-ouest avec une force graduellement croissante, et le lendemain, dès l'aube du jour, c'était une tempête.

A cinq heures du matin, un son qui dominait les sifflements du vent et le vacarme des flots vint frapper nos oreilles : c'était le terrible avertissement du gong, c'était l'annonce de l'événement redouté plus que tout autre, la rencontre d'un point fautif dans une tempête. Mais, contre ces deux ennemis, il n'y avait qu'un parti à prendre, faire de notre mieux pour les combattre. Au milieu de la tourmente, en dépit des rafales et des coups de mer, notre navire se comportait bien; quand nous le comparions avec ses deux consorts, nous étions frappés de la différence, ou plutôt du contraste entre les effets de la tempête de part et d'autre; tandis qu'ils étaient ballottés comme des bouchons de liége, plongeant de l'avant et embarquant les coups de mer par douzaines, *le Great-Eastern* se balançait avec grâce et roulait avec majesté. Quelquefois cependant, par l'action combinée des vagues et du vent, ses mouvements changeaient de caractère; il se couchait brusquement et se relevait de même, et les masses d'eau qui battaient ses flancs comme des béliers l'ébranlaient dans toute sa charpente. Dans certains accès de fureur, la mer escaladait ses remparts, et une fois

Digitized by Google

avec tant de violence qu'elle fit sauter une plate-forme qui bordait l'arrière, inondant les hommes, les trempant comme des canards et les abattant comme des quilles. La marche du navire ayant été arrêtée, on apprêta une bouée d'océan, et l'on se proposa de couper le câble, pour maintenir la section à fleur d'eau jusqu'au retour du calme ; mais, entre temps, on se décida à opérer un relèvement, le point fautif devant être peu éloigné. Déjà un demi-mille du câble était relevé lorsqu'un fort soubresaut détermina sa rupture dans l'intérieur du navire. La portion devenue libre fut heureusement saisie; mais, sans la vigilance et la prestesse des hommes chargés du service de la mâchoire, elle nous échappait, et Dieu sait quand nous aurions pu la recouvrer, probablement au bout d'un mois de recherches avec les grappins. Enfin, la catastrophe était évitée, le câble fugitif était notre prisonnier, et, dix minutes après l'accident, il était confié à la garde d'une bouée.

Le danger était conjuré, et néanmoins cette séparation forcée entre le navire et le câble immergé ne laissa pas de répandre sur nos esprits une teinte de tristesse; la position prenait des couleurs plus sombres par des réflexions assez naturelles : la séparation ne serait-elle que temporaire, et combien de temps devait-elle durer? La bouée, dans sa lutte contre les flots, résisterait-elle suffisamment? Une seule chose était certaine, c'est qu'il n'y avait rien à faire que d'attendre le retour d'un temps plus calme. Il y eut donc une suspension générale de travail qui dura deux jours. J'avoue qu'elle ne fut pas inutile, et que nous avions besoin de puiser dans le repos des forces pour soutenir de nouvelles épreuves. Nous comptions déjà dix jours d'activité où les alertes avaient occupé une large place, et il est difficile de dormir, quelque envie qu'on en ait, quand on sait qu'à chaque instant on peut être réveillé en sursaut par le tocsin, et qu'on est environné de mille causes d'événements sinistres de toute nature. Pendant la journée du 1er juillet, le gros temps subsistant encore, on se contenta de louvoyer autour de la bouée, pour ne pas la perdre de vue. Dans la soirée, le vent tomba, et la mer commença sensiblement à s'apaiser ; les apparences étaient donc encourageantes, et nous nous couchâmes avec l'espoir dans le cœur. Le 2 juillet, au point du jour, l'état de la mer rendait possible une tentative pour relever le câble. Vers six heures, tout le monde étant sur pied, une chaloupe fut mise à flot, portant un groupe d'hommes d'élite, nos premières capacités pour ce genre d'opération ; ils attachèrent fortement à la chaîne de la bouée une corde qui

Digitized by Google

pendait du navire et qu'ils abandonnèrent ensuite à l'action des hommes du bord. Une fois de plus, le câble entier fut rétabli dans son état normal. Il était huit heures trente minute quand on reconnut le point fautif, et, deux heures plus tard, la machine de déroulement était remise en travail. Cette terminaison de l'accident, la plus heureuse qu'on pût désirer, doit être attribuée, sans aucun doute, au sang-froid et à l'habileté de Samuel Canning et du capitaine Halpin. Si l'expédition avait été confiée à des hommes d'une capacité inférieure, il est peu douteux que le câble de 1869 n'eût partagé le sort de celui de 1865. Lorsque nous fûmes remis de nos émotions, le temps étant assez propice, nous nous prîmes à penser qu'après tout la tempête nous avait rendu un véritable service. L'événement prouvait, en effet, que les temps les plus défavorables, même avec une profondeur d'eau de 2500 brasses, n'opposent aucun obstacle insurmontable à l'installation d'un câble océanique ; qu'il est toujours possible, au plus fort d'une tempête, de tenir un câble à flot par une bouée, malgré la profondeur, pour le relever quand on le juge opportun. Il fut constaté que le point fautif était exactement semblable aux deux précédents.

A partir de cette époque nous eûmes une période de prospérité sans mélange. Le 6 et le 7 du mois, le vent fraîchit et nous eûmes un grain ; le navire roula un peu, mais le déroulement du câble n'en souffrit pas.

Le 7 eut lieu le passage du bassin de l'arrière au bassin central. Nous aimions à contempler les développements successifs des circonvolutions qui occupaient ce magnifique compartiment, l'admirable facilité avec laquelle chaque pli se séparait de ses voisins quand son tour était venu, pour s'allonger et entrer dans l'*œil*. Je ne rappelle pas ici nos étapes de chaque jour, parce qu'elles ont été publiées pendant le cours même de l'expédition. Nous étions impatients d'arriver au point A (l'extrémité méridionale du grand Banc de Terre-Neuve), parce que la diminution de profondeur devait chaque jour augmenter nos chances de succès. Nous l'atteignîmes le 9, à midi, et le navire dut ensuite modifier sa marche. Nous avons déjà dévidé 2100 milles de câble, 200 de plus que dans les deux expéditions atlantiques. Une fois entrés dans les bancs de Terre-Neuve, nous étions sans cesse exposés au désagrément des brouillards, et, par suite, au bruit fatigant des coups de sifflet que le brouillard rend nécessaires. Une dépêche de Brest nous avait appris que *le William Cory* avait réussi dans la pose du bout de câble d'atterrissement à Saint-Pierre, et le 10, dans la ma-

Digitized by Google

tinée, nous fûmes informés qu'il venait à notre rencontre. La nouvelle certainement nous était agréable, mais une question modéra notre joie : comment *le Cory* nous trouvera-t-il si le brouillard continue? Le brouillard persista, plus intense que jamais, pendant toute la journée et celle du lendemain dimanche, jusqu'à trois heures après midi; il se dissipa ensuite très-rapidement et nous laissa voir, à la distance de 3 milles, la coque bien connue du *William Cory*, qu'accompagnait un navire du gouvernement. Après un échange de civilités par signaux, *le William Cory* se dirigea vers la bouée qui soutenait le bout de câble, et nous le suivîmes. Dans la matinée du 12, nous espérions achever notre tâche, lorsque survint un brouillard épais qui ne laissait aucune chance de découvrir la bouée. Le vent étant du sud, il y avait peu d'apparence d'un changement de temps prochain, et l'on décida que notre câble serait mis à flot jusqu'à la disparition du brouillard. Cette décision fut exécutée, la flottille se dispersa ensuite dans l'obscurité, et l'on resta en correspondance par ces horribles instruments de torture qu'on nomme des *sifflets de brouillard*.

Contrairement à nos présomptions, le ciel s'éclaircit dans la nuit, et le lendemain, 13 juillet, il était resplendissant. Les îles de Saint-Pierre et de Miquelon se dessinaient sur les limites de notre horizon, et à notre très-grande satisfaction. Nous eûmes quelque difficulté à trouver les bouées, et nous ne les découvrîmes qu'à sept heures du soir. Par un hasard assez étrange, elles n'étaient pas à la distance d'un mille l'une de l'autre. *Le Chiltern* eut l'ordre de relever la bouée de Saint-Pierre, et *le William Cory* celle de Brest. Ensuite, *le Great-Eastern* devait passer à bord de chaque navire une des extrémités du bout du câble destiné à établir la jonction des bouts relevés, et les épissures devaient se faire simultanément, car ainsi le voulait le programme.

Le Chiltern remplit heureusement sa tâche. *Le William Cory* échoua dans la sienne, par suite de la rupture de la corde qui liait le câble à la bouée. Le câble ayant coulé à fond, il y eut nécessité de le pêcher dans une profondeur d'eau de 80 brasses. Dans ce but, sir S. Canning et quelques-uns de ses hommes vinrent à bord du navire armés de grappins; les recherches durèrent depuis onze heures du matin jusqu'à quatre heures trente minutes du soir, et furent couronnées par un succès qu'on n'espérait pas obtenir en si peu de temps. A onze heures du soir, l'épissure était achevée; la première et la plus considérable section du câble atlantique français, d'une longueur

Digitized by Google

de 2550 milles, était complète, et la flotte de l'expédition chercha un mouillage entre les îles, désormais importantes, de Saint-Pierre et de Miquelon. Relativement à ces îles elles-mêmes, je ne puis donner de grands détails. Les deux ensemble peuvent valoir, en étendue, la moitié de l'île de Wight; elles constituent les seules possessions françaises dans cette partie du monde. Leurs habitants sont tous pêcheurs, excepté le gouverneur et le prêtre, et la morue est leur unique article de commerce. Saint-Pierre possède maintenant deux stations de câbles sous-marins, puisque déjà le câble qui le reliait au *New-Brunswick* avait été mis en communication avec le premier câble atlantique, à Placentia-Bay. Saint-Pierre est donc actuellement en communication *directe* avec l'Europe par *deux* lignes télégraphiques distinctes. Toute la journée du 14 fut employée à faire l'épreuve du câble, qu'on trouva définitivement dans les meilleures conditions possibles. Le 15 juillet, à sept heures du soir, *le Great-Eastern* levait l'ancre et se remettait en route pour l'Angleterre, en même temps que le reste de la flotte était en train de poser le bout d'atterrissement de la seconde section, celle qui s'étend de Saint-Pierre à Duxbury. »

2

Système de télégraphie transatlantique de M. Varfey.

Nous avons dit, dans l'article précédent, que le système de M. Varley sert à l'expédition des dépêches dans le câble atlantique anglo-français. Dans une communication faite au mois d'avril (1869), à la Société d'encouragement, M. Du Moncel a donné sur ce mode d'expédition des signes des explications qu'il nous paraît intéressant de reproduire :

Dans les lignes sous-marines, dit M. Du Moncel, les transmissions électriques ne se manifestent pas d'une manière aussi simple que sur les lignes aériennes. Il se produit des réactions d'induction à travers l'enveloppe isolante des câbles qui, non-seulement rendent plus longue la durée de la propagation électrique, mais encore fournissent des effets

Digitized by Google

de décharge subséquents qui troublent tous les signaux envoyés. On a bien cherché à différentes reprises à conjurer ces difficultés et on y est plus ou moins bien parvenu sur les lignes sous-marines de peu de longueur. Mais sur une ligne aussi longue que celle qui réunit l'Europe à l'Amérique, la correspondance serait devenue pour ainsi dire impossible pratiquement, si on n'avait pas trouvé un moyen physique de détruire ces effets d'induction, et en même temps de diminuer considérablement les temps de chargement et de déchargement du conducteur du câble. Ce moyen a été découvert par M. Varley, et, grâce à lui, on peut actuellement télégraphier sur le câble transatlantique avec une vitesse aussi grande que sur les lignes aériennes, et cela en n'employant qu'une pile de cinq éléments de Daniell, dont l'extrême faiblesse paraît hors de toute proportion avec les résultats obtenus. Certes, si on pense que, pour faire fonctionner les appareils ordinaires sur une ligne terrestre de 400 kilomètres, il faut employer une pile de 70 éléments, on peut, à juste titre, être étonné que cinq suffisent pour faire franchir une distance de 3540 kilomètres.

Le système de M. Varley consiste dans l'introduction, entre la ligne et le manipulateur (qui n'est d'ailleurs qu'un simple inverseur de courant à touche), d'un immense condensateur de 40 000 pieds anglais de surface. De cette manière le circuit de la ligne se trouve complétement coupé, et ce n'est que sous l'influence des flux électriques repoussés par le condensateur au moment de sa charge par le courant, que l'action électrique se manifeste à la station opposée. Sans doute ce flux est bien faible, puisque sa tension n'est guère que la centième partie de celle du courant qui la provoque, et qu'il ne passe qu'environ 2 pour 100 de ce flux à travers le recepteur, pendant les contacts produits au manipulateur aux moments des transmissions; mais le récepteur est tellement sensible, que la plus petite influence électrique suffit pour le mettre en action. Voici maintenant ce qui résulte de cette disposition: Au moment du contact du mani-

Digitized by Google

pulateur, un flux électrique est envoyé à travers le câble pour agir sur le récepteur, et ce flux est positif ou négatif suivant celle des deux touches de ce manipulateur qui est abaissée. Mais aussitôt que cette touche s'est relevée, une communication se trouve établie entre le condensateur et la terre, et l'électricité condensée peut s'écouler en terre des deux côtés de la ligne. Il arrive alors que la charge de nom contraire à celle qui a fourni le premier flux d'électricité qui agit sur le récepteur, rencontre celle-ci à travers le câble et la neutralise instantanément, en détruisant à la fois l'effet d'induction produit par elle dans l'enveloppe du câble. De cette manière le câble se trouve remis instantanément, pour ainsi dire, à l'état neutre, et devient susceptible de fournir immédiatement un nouveau signal. Pour obtenir des indications avec d'aussi faibles courants, il fallait un récepteur tout particulier; celui qu'on emploie n'est autre qu'un galvanomètre de Thomson modifié par M. Varley. Dans cet appareil, l'organe sensible est un petit miroir lenticulaire dirigé magnétiquement par une petite aiguille aimantée, et celle-ci est rappelée dans une position fixe par un aimant. Un rayon lumineux est projeté sur ce petit miroir et renvoyé par lui sur un écran placé à une distance de 8 pieds. Avec cette amplification, le moindre mouvement, imperceptible à l'œil nu, se trouve accusé par le déplacement de l'image projetée, et les positions que cette image occupe successivement à gauche ou à droite d'une ligne de repère fixe peuvent indiquer les points et les traits de l'alphabet Morse. On obtient ainsi toutes les combinaisons nécessaires à l'interprétation des dépêches qui se lisent sur un écran dans une chambre noire.

Il y a de grands avantages, dit M. Du Moncel, dans les transmissions sous-marines, à n'employer que de faibles tensions électriques et même à n'emprunter aux courants transmis qu'une fraction très-faible (1 pour 200) de leur intensité maxima. C'est surtout dans ces conditions que le condensateur présente les avantages les plus marqués. Grâce à cette disposition et à la lenteur des variations de

Digitized by Google

l'action du magnétisme terrestre, les perturbations que les aurores boréales pourraient causer sur les lignes télégraphiques demeurent sans effet appréciable sur la ligne transatlantique.

3

Projet d'un nouveau câble télégraphique entre le continent européen et l'Amérique.

Il est question d'établir un nouveau conducteur sous-marin entre les deux mondes.

La ligne partira de Lisbonne et de Cadix pour se détacher du continent au cap Saint-Vincent, passera par le littoral du Maroc, l'île de Madère et les Canaries, atterrira à Saint-Louis, à Gorée et au cap Vert, gagnera les îles du cap Vert, puis le cap Saint-Roque. Là elle se bifurquera. D'une part, elle ira se réunir à Bahia au réseau brésilien; d'autre part, elle arrivera, après plusieurs atterrissages, sur la côte septentrionale du Brésil, à la Guyane française, touchera les Guyanes hollandaise et anglaise, et rejoindra les Antilles. Elle passera alors par les îles de la Trinité, de Grenade, de Saint-Vincent, de Sainte-Lucie, de la Martinique, de la Dominique, de la Guadeloupe, d'Antigoa, de Saint-Thomas, de Porto-Rico, de Santo-Domingo ou Haïti, de Cuba, et aboutira enfin à la Nouvelle-Orléans dans la Louisiane.

La France, le Brésil, la république d'Haïti, l'Italie et le Portugal ont signé une convention pour assurer l'exécution de l'entreprise. Le Danemark y a adhéré.

Les parties contractantes déclarent d'utilité internationale et prennent à ce titre sous leur protection et leur garantie, sur leurs territoires respectifs et sauf les cas de force majeure, cette ligne de télégraphie transatlantique, que l'ingénieur italien, M. Balestrini, tant en son nom qu'en celui de la compagnie qu'il se propose de former à cet effet, s'engage à établir et à entretenir.

Digitized by Google

La ligne télégraphique est déclarée neutre, et les États s'engagent à ne pas couper ou détruire en cas de guerre les câbles immergés.

Les États donnent à M. Balestrini toutes les autorisations d'atterrissage nécessaires sur leurs territoires respectifs.

La durée de la concession est fixée à soixante années. M. Balestrini a renoncé aux subventions qui avaient d'abord été stipulées. Il s'engage à terminer dans un délai de deux ans, à dater de l'échange des ratifications de la convention, la section comprise entre les Antilles françaises et l'Amérique du Nord, et dans le délai de trois ans la section comprise entre les Antilles françaises et le cap San-Roque. Le réseau entier doit être terminé dans le délai de cinq ans.

4

Les stations télégraphiques sur les navires.

Puisque nous parlons de télégraphie maritime, nous signalerons un projet qui nous paraît très-rationnel, et qui consiste à remplacer sur les petits parcours les câbles sous-marins que l'on abandonne toujours à eux-mêmes au fond de la mer, par de petits câbles partiels, avec des stations établies en mer et représentées par des navires à poste fixe.

On propose d'établir ces *navires-stations*, d'abord à l'entrée de la Manche, entre les îles Sorlingues et Ouessant, ensuite à l'entrée méridionale du canal Saint-Georges, de même qu'au large de la côte sud et de la côte nord de l'Irlande. Des câbles électriques relieraient ces bâtiments aux points les plus rapprochés de la terre, de sorte que les navires qui se trouveraient en mer à quarante ou cinquante milles seulement du rivage, pourraient se mettre en communication télégraphique avec le continent.

On utiliserait ces flotteurs pour y emmagasiner les provisions dont les navires ont le plus communément besoin.

Les *navires-stations* seraient en bois, à compartiments

Digitized by Google

étanches, amarrés avec une ancre à champignon, et garnis d'un système spécial de chaînes de fer, pour empêcher le vaisseau de plonger de l'avant. Des paratonnerres, des trompes, des canons, des signaux à brouillard, des feux et des appareils complets pour signaux de jour et de nuit, feraient partie de leur outillage. On étudie en ce moment d'autres détails de leur construction et de leur équipement.

5

Pantélégraphe Meyer.

Toutes les personnes qui s'occupent des progrès scientifiques connaissent le merveilleux pantélégraphe de l'abbé florentin Giovanni Caselli. On se rappelle le bruit que fit, lors de son apparition, cet appareil, qui transmet à distance, avec l'exacte fidélité d'une photographie, l'écriture, la signature même de l'expéditeur. Le *pantélégraphe* fut installé sur plusieurs lignes françaises et fonctionna avec régularité.

Mais l'homme n'arrive pas du premier coup à la perfection. Le plus humble des appareils de physique a été remanié par des générations de savants.

Le *pantélégraphe* Meyer a remplacé celui de Caselli. Depuis une année il fait le service entre Paris et Lyon, et il fonctionne aujourd'hui entre Paris et Marseille.

Nous décrirons sommairement ce nouveau télégraphe.

Un mouvement d'horlogerie entraîne d'un côté un cylindre de cuivre uni, et de l'autre côté un cylindre d'acier portant une nervure en hélice. Une bande de papier recouvre une palette, qui, mobile entre deux pivots, peut venir s'appuyer sur l'hélice. Si l'hélice est encrée par un tampon, elle marquera un point sur la palette lorsque celle-ci viendra la toucher ; et si l'on fait tourner l'hélice, ce point glissera à droite où à gauche le long de la palette, suivant le mouvement, et l'on obtiendra une ligne transversale sur

Digitized by Google

le papier. Le contact entre l'hélice et la plaque cessant, la ligne s'arrêtera pour reprendre plus loin après un nouveau contact. Un électro-aimant qui fait corps avec la plaque et qui oscille entre les pôles d'un aimant, peut rompre et rétablir successivement le contact de la plaque et de l'hélice, suivant que le courant passe ou ne passe pas dans l'aimant.

La dépêche à envoyer est préalablement écrite avec de l'encre isolante, sur une feuille de papier métallique; puis elle est posée sur le cylindre de cuivre uni dont nous avons fait mention au commencement de cette description. Un stylet de platine parcourt successivement toute la surface de la feuille métallique. Tant que cette pointe touche le métal, l'appareil est disposé de façon que le courant passe dans l'électro-aimant fixé à la plaque, et celle-ci s'écarte alors de l'hélice ; lorsque le stylet passe sur l'encre isolante, le courant est interrompu et la plaque va toucher l'hélice; il se fait sur la feuille blanche une marque en longueur égale à la durée de l'interruption.

On voit donc que, sur l'hélice récepteur, les attractions et les répulsions de la plaque ont lieu dans le même ordre que les émissions et interruptions du courant sur le cylindre transmetteur, et que chaque attraction se traduit par une marque à l'encre sur le papier blanc. Ces différentes marques, replacées à la suite les unes des autres et dans le même ordre, reconstituent dans leur ensemble l'écriture ou le dessin qui a été tracé sur la feuille métallique avec de l'encre isolante.

Pour correspondre entre deux villes à l'aide de ce *pantélégraphe,* il faut installer dans chacune d'elles un appareil identique à celui que nous venons de décrire. Leur marche est réglée par un mouvement d'horlogerie dont le synchronisme est obtenu au moyen du pendule conique ordinaire, combiné aux vibrations d'une tige élastique. Cette marche est réglée de telle sorte que la rotation du cylindre expéditeur de l'une des villes soit exactement la même que la rotation de l'hélice récepteur à l'autre. Au sortir de l'électro-aimant qui tient à la palette de l'appa-

Digitized by Google

reil transmetteur, le courant passe par la ligne et par l'électro-aimant de la palette de l'appareil récepteur.

Tel est ce nouveau télégraphe autographique dont nous n'avons fait que donner sommairement le principe. Nous avons omis les petits détails qui ne pourraient être compris qu'avec le secours d'une figure explicative.

Disons enfin que cet appareil a sur les autres analogues l'avantage de fonctionner avec des relais.

6

Télégraphe imprimeur de M. Rémond.

Ce nouvel appareil télégraphique qui a été l'objet d'un rapport de M. Lissajous à la Société d'encouragement, se compose d'un manipulateur semblable à celui du télégraphe à cadran, et d'un récepteur. Ce dernier mécanisme porte, au lieu d'aiguille, une roue, sur la circonférence de laquelle sont gravées en relief les différentes lettres de l'alphabet destinées à servir de types pour l'impression de la dépêche, et qui sont encrées, à leur passage, par un petit tampon cylindrique chargé d'encre d'imprimerie. Cette roue est mise en mouvement par un mécanisme d'horlogerie, et tourne de la largeur d'une lettre à chaque oscillation d'un échappement particulier commandé par les oscillations de la palette qui est mue par des électro-aimants. Un levier, placé sous le doigt de l'opérateur lui permet de presser à volonté une bande de papier sans fin contre la lettre qui est au bas de la roue, et par conséquent d'y imprimer une lettre chaque fois que, en écoutant le mouvement saccadé de l'appareil, il entend le repos qui lui signale la lettre expédiée par le manipulateur.

En comparant ce système à l'appareil à cadran, on voit que l'attention est reportée de l'œil sur l'oreille, qu'elle s'exerce sur le fait, plus simple, de la perception d'un temps d'arrêt, au lieu de la lecture d'une lettre, et que l'inter-

Digitized by Google

vention de la mémoire est remplacée par un mouvement du doigt. L'opération de la réception est donc bien moins fatigante.

Ces procédés, dit M. Lissajous dans son rapport à la Société d'encouragement, sont nouveaux et ingénieux; leur emploi a permis de faire un mécanisme de télégraphie très-simple, d'un prix peu élevé, et qui sera très-avantageux pour la télégraphie privée, dans les grands établissements, les usines, les bureaux, les ateliers.

7

Le télégraphe électrique appliqué au service des armées. — Description des appareils et des manœuvres de la télégraphie militaire. — Expériences faites au camp de Châlons en 1868.

La télégraphie électrique appliquée au service des armées est une des plus intéressantes innovations de la science. Les nations étrangères, telles que l'Angleterre, l'Autriche, l'Italie, la Prusse, et les États-Unis, qui sont les premières entrées dans cette voie, ont cru devoir conserver par devers elles le secret de leurs procédés pratiques, bien qu'il n'y ait pas ici, en fin de compte, grand mystère à sauvegarder. On ne possédait donc jusqu'à ce jour que des renseignements très-incomplets sur ce curieux sujet. Un officier français a publié en 1869 un travail spécial sur la télégraphie militaire [1]. M. Théodore Fix, capitaine d'état-major, qui a été chargé, en 1868, de diriger les expériences de télégraphie du camp de Châlons, donne dans ce travail, composé au moyen de documents que lui seul possédait (le ministre en a autorisé la publication), la description parfaitement claire, sans ambages ni réticences, du système qui a été expérimenté au camp de Châlons en 1868, et qui paraît devoir être adopté dans l'ar-

1. *La télégraphie militaire*, par Théodore Fix, brochure in-8° avec figures. Paris, 1869, chez C. Tanera.

Digitized by Google

mée française. L'analyse de cet intéressant travail va nous permettre de donner à nos lecteurs une idée précise de la télégraphie militaire, dont on ne se fait, en général, qu'une idée très-vague.

Dès l'invention de la télégraphie électrique, on a compris combien il serait utile de pouvoir appliquer au service des armées ce mode de correspondance instantanée; on a espéré qu'un fil télégraphique, rapidement établi à travers la campagne, pourrait rendre aux ailes mobiles d'une armée déployée sur de vastes espaces, les mêmes services qu'il rend, en temps de paix, aux corps stationnés dans les diverses provinces d'un État. Seulement cette télégraphie volante devait rencontrer de bien autres obstacles que dans la pratique civile. Rien de plus simple que le service de la télégraphie électrique d'une ville à l'autre. Quand le fil a été bien établi, qu'il a été soigneusement construit et vérifié, l'appareil fonctionne avec une régularité mathématique. Les conditions sont toutes différentes en temps de guerre. Les corps d'armée se déplacent; il faut que les fils télégraphiques les suivent dans les ondulations de leur route; il faut qu'en un clin d'œil les bureaux s'improvisent; que le service de l'appareil se fasse au milieu des surprises de l'imprévu, et que souvent le matériel à peine déplié se replie presque aussitôt pour être porté plus loin.

C'est à l'Angleterre qu'appartient l'honneur du premier essai de télégraphie militaire. Pendant l'insurrection des Indes, il fallait poursuivre la révolte de différents côtés à la fois. Des colonnes anglaises, souvent séparées les unes des autres par des distances énormes, sillonnaient en tous sens la presqu'île indienne, et il était du plus haut intérêt, pour le gouverneur général, d'en avoir d'incessantes nouvelles. On rassembla à la hâte des fils télégraphiques, on les enroula sur de grandes bobines placées sur des chariots, et on transporta des appareils de transmission avec les autres bagages. La nature du pays permettait souvent de dérouler les fils sans la moindre précaution; les brous-

Digitized by Google

sailles sèches, la terre brûlée par le soleil, isolaient suffisamment le fil conducteur et simplifiaient ainsi les procédés.

Ces travaux furent faits sous l'habile direction du major Steward.

La télégraphie militaire anglaise fit encore ses preuves en 1868, dans l'expédition d'Abyssinie. Sous la direction du capitaine du génie sir Jones, la ligne télégraphique se développa et suivit l'armée à travers les sinuosités d'une route extrêmement sauvage et accidentée, depuis la mer Rouge jusqu'au centre du royaume de Théodoros. Chacun connaît la dépêche qui, partie des murs de Magdala, vint annoncer à l'Europe la fin tragique du Négus et la brillante victoire des armes britanniques.

De 1860 à 1861, l'armée italienne, imitant un système qu'avait déjà organisé la Prusse, fit un sérieux essai de télégraphie militaire. Deux corps d'armée partirent simultanément de la Toscane et des Romagnes, et marchèrent, l'un à travers l'Ombrie, l'autre dans les Marches, afin de se réunir pour entreprendre le siége d'Ancône. Ces deux corps, séparés par les Apennins, furent maintenus en communication pendant tous leurs mouvements, par deux lignes télégraphiques rattachées en arrière des montagnes, et qui avaient été établies avec une très-grande célérité.

On trouve à ce sujet d'intéressants détails dans les rapports officiels du gouvernement italien sur les événements militaires de 1861.

La guerre de sécession aux États-Unis a fourni l'exemple de lignes télégraphiques rapidement établies et de télégraphes de campagne en usage continuel dans les cantonnements et les opérations actives. Le général Shermann, avant de commencer sa longue marche à travers la Caroline et la Géorgie, se pourvut de tous les moyens d'établir un télégraphe derrière lui, et souvent, deux heures après son arrivée à une position, il pouvait annoncer ses mouvements.

Le général Mac-Clellan combina la télégraphie avec

Digitized by Google

l'usage de ballons captifs, à la bataille de Fair-Oakes et il put faire observer pendant le combat les mouvements du général confédéré Johnston.

Les travaux télégraphiques exécutés en Amérique pour l'usage de la guerre furent gigantesques. Sous la direction du général Morgan, on exécuta près de 5000 lieues de lignes de terre et 40 lieues de câbles sous-marins, qui coûtèrent, tant pour le matériel que pour son emploi, environ 2 millions et demi de dollars.

Les Prussiens et les Autrichiens eurent, pendant la guerre du Danemark, une télégraphie militaire régulièrement organisée. Pendant la guerre de 1866, l'Autriche et la Prusse firent, chacune de son côté, un très-grand emploi de la télégraphie de guerre. C'est ainsi que les trois armées du roi de Prusse étaient presque toujours reliées télégraphiquement à Berlin. Le colonel prussien Chauvin avait créé le matériel et dirigeait le service.

La France s'était laissé devancer dans cette question; de sorte qu'au moment de la guerre contre l'Autriche, en 1859, notre état-major général, pris au dépourvu, ne put tirer aucun parti utile de quelques appareils de la télégraphie civile, qui avaient été attachés hâtivement à l'armée.

Cette leçon ne fut point perdue. En 1863, des expériences furent faites au camp de Châlons, sous la direction de deux officiers, MM. Schultz et Charrier. On reconnut, dans ces expériences, la nécessité de remplacer le simple fil des appareils ordinaires de la télégraphie aérienne, par un câble semblable à ceux qui servent pour la télégraphie souterraine. Ce câble, rapidement déroulé sur le sol, devait permettre de suivre les mouvements les plus accélérés des troupes.

Les appareils étaient placés sur des chariots du train d'artillerie. A l'arrière de la voiture, de grandes bobines déroulaient le câble conducteur, en suivant l'allure des chevaux. Pour enrouler de nouveau sur la bobine le câble, après son service, on avait utilisé, d'une manière très-ingénieuse, le mouvement de la marche du chariot.

Digitized by Google

Malgré le succès des expériences, on s'aperçut que vouloir relier les divisions entre elles c'était aller trop loin, et qu'il fallait se borner à établir une communication constante entre les corps d'armée au moyen de fils ou de câbles laissés sur le sillon de leur marche.

Ce fut l'origine des combinaisons nouvelles qu'on avait chargé le commandant Gélis de mettre en pratique au moment où la situation politique de la fin de 1867, qui semblait présager la guerre, faisait hâter la construction d'un matériel nouveau. Par suite de la mort prématurée de M. le commandant Gélis, M. le capitaine Fix fut appelé à le remplacer. MM. les capitaines Dumas, Le Mulier et Caillé furent placés sous ses ordres.

Le système pratique issu de ces derniers travaux, c'est-à-dire le matériel de la télégraphie volante, est décrit avec beaucoup de clarté dans la brochure de M. Fix. Nous en résumerons ici les dispositions principales.

Tout télégraphe électrique se compose de trois organes fondamentaux bien distincts : le générateur de l'électricité, l'appareil mécanique qui en rend sensibles les effets, enfin le conducteur du fluide.

Les générateurs d'électricité employés dans la télégraphie ordinaire sont les piles voltaïques à liquide, telles que celles de Daniell, au sulfate de cuivre, de Marié-Davy, au sulfate de mercure. Mais ces piles, qui impliquent l'usage d'acides ou de dissolutions salines, sont d'un usage peu commode au milieu d'une armée en campagne, où les chocs et les cahots de toute sorte se répètent à chaque instant. On a donc été obligé d'en modifier les dispositions ; on a mis au lieu de liquide de la sciure de bois de chêne dans les vases ; ceux-ci sont garnis de feutres et munis de bouchons.

Quant à l'appareil mécanique qui rend sensibles les effets de l'électricité, c'est l'appareil Morse qui a obtenu la préférence.

Le modèle des appareils Morse qui a servi aux expériences de 1867 et de 1868, a été exécuté, il y a une douzaine

Digitized by Google

d'années, par M. Digney, sur les indications de l'administration des lignes télégraphiques, qui lui a donné le nom très-exact d'*appareil* ou de *poste militaire*.

Il est placé dans une boîte, au fond de laquelle il est retenu par deux glissières. Afin de rendre l'installation plus facile, on a fixé le manipulateur à droite de la planchette. On a également fixé deux instruments accessoires, qui en sont ordinairement séparés : ce sont le galvanomètre, qui révèle à la fois le passage et l'intensité du courant, et le paratonnerre, qui préserve le télégraphiste des décharges de l'électricité qui s'accumule dans les fils par les temps d'orage.

On avait songé à combiner l'emploi de l'appareil Morse avec celui des machines magnéto-électriques, pour la production de l'électricité; mais on y a renoncé, parce qu'on serait obligé d'apporter aux instruments des modifications qui en rendraient l'usage impossible quand l'autre extrémité de la ligne serait desservie par une pile ordinaire.

Arrivons au conducteur. Pouvait-on se servir pour la télégraphie militaire de ces fils de cuivre tendus dans l'espace, et supportés de loin en loin, au moyen d'un anneau isolateur en porcelaine, sur des poteaux plus ou moins élevés ? Il aurait été impossible de conserver, dans les quartiers généraux, l'énorme approvisionnement de poteaux nécessaires à l'installation de pareilles lignes. Combien, d'ailleurs, n'aurait-il pas fallu d'ouvriers pour dresser ces poteaux et y attacher le fil, sans gêner la marche des troupes, et même sans se laisser distancer par elles ? Ce n'est que dans les cantonnements et les siéges que l'on peut se contenter d'un pareil système. Nos officiers ont donc posé en principe qu'il faut se servir de câbles télégraphiques pour obtenir les lignes journalières.

Le réseau télégraphique qui dessert la ville de Paris est aujourd'hui entièrement caché à nos yeux. Il se compose de câbles posés sous terre, c'est-à-dire suspendus à la voûte des égouts. Ces câbles consistent en fils de cuivre, qu'une enveloppe isolante de gutta-percha recouvre et pro-

Digitized by Google

tége sur toute son étendue. Un tel conducteur, isolé par sa propre enveloppe, se prête parfaitement au service de la télégraphie militaire. Il est inutile de le soutenir dans l'espace sur des poteaux, des piquets ou des arbres. On peut le laisser séjourner dans l'eau ou sur l'herbe humide de rosée ; son isolement sera toujours assuré, et l'on pourra le dérouler avec une rapidité bien supérieure à celle de la marche des troupes.

Il est pourtant manifeste qu'une ligne ainsi abandonnée, sans surveillance, à la surface du sol, est exposée à plus d'un danger. Les câbles ainsi jetés à la hâte, sur la terre, peuvent être coupés ou fortement endommagés, par les roues des voitures ou les pieds des chevaux. Des curieux peuvent les déplacer, des malveillants les détruire. Les ennemis ou leurs partisans peuvent en enlever des kilomètres entiers. Toutes ces appréhensions sont fondées, mais la pratique est venue réduire de beaucoup leur importance. A la guerre, ce qu'il importe, c'est d'avoir vite une ligne télégraphique ; la question de la durée de cette ligne ne vient qu'au second rang dans l'ordre d'importance.

M. Théodore Fix fait, à ce propos, une remarque très-juste, en comparant la rupture des lignes télégraphiques à la destruction des chemins de fer en temps de guerre.

La rupture d'une ligne ferrée, dit-il, a bien une autre importance, sa réparation est autrement longue, et personne jusqu'à présent ne s'est avisé de dénigrer l'emploi du chemin de fer, parce que l'ennemi peut enlever les rails. Ces tentatives seront, d'ailleurs, moins fréquentes qu'on ne croit. La guerre a des lois inexorables à ce sujet ; les hommes ne s'exposent pas volontiers à la perspective d'être fusillés, surtout lorsqu'il s'agit de ne causer à l'ennemi qu'un médiocre dommage. On doit se souvenir que les premières lignes télégraphiques établies en Europe provoquèrent, elles aussi, des appréhensions de même sorte qui se sont bien dissipées. D'un autre côté, il ne faut pas s'attendre pour les conducteurs électriques à une immunité, qui n'est pas davantage acquise aux engins de guerre les plus redoutables

Digitized by Google

et les mieux défendus, qu'à l'officier ou à l'estafette portant une dépêche.

Rien du reste ne s'oppose à ce que, dans la traversée des villages et des bois, le câble soit élevé en l'air, pour le défendre des obstacles qu'il rencontre lorsqu'il est simplement déposé sur le sol.

M. Théodore Fix donne beaucoup de détails techniques sur le mode de fabrication des câbles de télégraphie militaire et la manière de les réparer, en cas d'accident et de rupture. C'est surtout à leur sujet qu'il développe avec le plus de soin les différences qui existent entre la télégraphie civile et la télégraphie militaire, et qui obligent de fournir à cette dernière un matériel spécial.

La résistance à la traction et à l'écrasement est une condition primordiale pour les câbles militaires. Aussi ils doivent être essentiellement constitués par une âme en fer ou en acier et par une gaîne en caoutchouc.

Disons maintenant, d'après l'officier dont le travail nous sert de guide, comment on procède à la construction d'une ligne de télégraphie militaire.

Le rôle essentiel est réservé, dans cette opération, à la *voiture-poste*.

La *voiture-poste* est destinée tout à la fois à opérer le déroulement et la pose du câble télégraphique et à exécuter les signaux d'une extrémité à l'autre de la ligne.

Elle est divisée en deux compartiments. Le compartiment d'avant, qui a les dimensions d'un coupé de diligence, sert de bureau télégraphique. Le compartiment d'arrière contient les bobines sur lesquelles le câble est enroulé.

Voici comment est organisé le bureau télégraphique placé à l'avant de la voiture.

A gauche est une table pourvue d'un tiroir; à droite une caisse formant banquette et assez large pour deux personnes. Sur la table est la boîte de l'appareil à signaux. Elle est fixée sur la table au moyen d'une vis. En face de l'appareil à signaux, et contre la paroi verticale de la voiture, est une

Digitized by Google

sonnerie, puis deux *commutateurs*, dont l'un est destiné à la sonnerie et l'autre aux piles. Celles-ci sontrenfermées dans le coffre de la banquette. Une trentaine d'éléments de la pile de Marié-Davy suffisent pour faire fonctionner la ligne la plus étendue. Chaque pile est pourvue d'un fil particulier qui aboutit au commutateur. On a ainsi la faculté de changer le degré de la force électro motrice selon la longueur variable de la ligne.

Les communications entre les piles et l'appareil et entre l'appareil et ses accessoires consistent en fils recouverts de gutta-percha. Chaque fois que la voiture est mise en service, on relie rapidement ces fils à l'appareil, au moyen de boutons de cuivre munis de vis de pression, dont quelques-uns sont déjà sur place, et qu'on nomme, selon leur forme, *bornes*, *serre-fils*, *serre-lames*. Une lanterne à bougie éclaire le travail de nuit.

Le compartiment d'arrière de la voiture est pourvu, de chaque côté, de deux longerons en fer, que l'on nomme *chemins de fer*. Des encastrements taillés de distance en distance servent à recevoir les axes des bobines, quatre à droite, quatre à gauche. Des sacs de toile suspendus de chaque côté contiennent des joints, des pinces plates, une vrille, des poignées en cuir ou en corde, des crochets à main pour guider le câble.

La *voiture-poste* présente encore dans sa construction deux particularités intéressantes et essentielles. Depuis longtemps, pour éviter le fil de retour dans le circuit indispensable au fonctionnement de la pile, on fait jouer à la terre le rôle de ce second fil. Dans tous les bureaux télégraphiques, il y a donc un conducteur métallique qui s'enfonce profondément dans un sol humide, et auquel se relient tous les fils qui doivent aboutir à la terre. On le nomme *fil de terre*. Dans le bureau de la voiture se trouve aussi un fil de terre; il se prolonge jusqu'aux ressorts de derrière, auxquels il est boulonné. Les ressorts établissent la communication avec l'essieu et de l'essieu avec la boîte de bronze du moyeu. On attache à cette boîte une tige métallique qui

Digitized by Google

traverse le moyeu, court le long d'un rais et atteint l'un des boulons qui serrent le cercle de la roue contre les jantes.

Voilà donc la communication avec la terre obtenue. Elle est indépendante des mouvements que peut exécuter la voiture, et toutes les fois que le sol est humide, elle est excellente. D'autre part, le fil de l'appareil qui doit être rattaché à la ligne, au lieu de sortir, soit par la fenêtre, soit par un trou pratiqué dans la paroi, est attaché aux *longerons* de chemin de fer qui portent les bobines; par leur intermédiaire, il communique avec le câble ou le fil pendant le déroulement même. Ainsi, que la voiture soit arrêtée ou en marche, le courant pourra toujours passer.

C'est là cependant un point de vue purement théorique. En réalité, la communication avec la terre n'est bonne que sur les terrains humides; sur les routes pierreuses et sèches, elle devient nulle. Pour obtenir *une bonne terre*, selon l'expression du métier, il faut s'arrêter, mouiller les roues, et si cela ne suffit pas, enfoncer dans le sol un piquet creux percé de trous, dans lequel on verse de l'eau. Une caisse suspendue à l'arrière de la voiture, et munie d'un tube en caoutchouc, contient la provision d'eau nécessaire.

La bobine placée à l'arrière de la voiture recevrait facilement une longueur de 5 kilomètres de fil. Mais comme elle pèserait alors près de 130 kilogrammes, elle serait trop lourde; on se contente donc de la charger de 2 à 3 kilomètres de fil seulement. Des espèces de sabots, pièces de bois coupées à moitié par un long trait de scie, servent de frein à l'axe de la bobine pendant le déroulement.

La *voiture-poste* n'est pas pourvue du matériel nécessaire aux lignes suspendues. Aussi a-t-on été obligé de construire des chariots destinés à recevoir un approvisionnement de câbles, de fils et d'accessoires de toutes sortes, et que l'on nomme *chariots porte-bobines*. Ces chariots ont à peu près 4 mètres de longueur.

Ils reçoivent tous un armement uniforme pouvant servir soit à la ligne de câble, soit à la ligne suspendue.

Digitized by Google

Une voiture-poste et un chariot doivent suffire à une journée de marche de 20 à 25 kilomètres.

Les *voitures-poste* et les *chariots porte-bobines* sont pourvus de deux lanternes extérieures, d'une forme qui les rend également convenables à l'éclairage des voitures, à celui des travaux de nuit et aux signaux.

Dans le spays de montagnes, où ne pourraient passer les voitures et chariots, on a recours aux mulets pour poser les lignes télégraphiques. Voici comment est constitué l'équipage de montagne, autrement dit le *poste volant*, qui est de l'invention du capitaine Fix.

Une petite tente carrée, légère, fournit un abri à l'opérateur chargé du travail des signaux. Une table à trépied sert à monter l'appareil. Cet appareil et la pile, qui ont à peu près les mêmes dimensions et le même poids, trouvent place dans deux *cantines*, pourvues de tiroirs où l'on met les crampons, les poignées, les joints. Les cantines s'ouvrent, par leurs deux extrémités, comme des armoires.

On peut donc en retirer, sans décharger le mulet, tous les ustensibles dont on a besoin. Un premier mulet porte les cantines, la tente que l'on attache en travers, le pied de table, un *piquet de terre* et un grand sac de toile pour les petites pioches et les sacs à outils des ouvriers. Un second mulet porte deux bobines, suspendues de chaque côté du bât, au moyen de cadres pourvus de chaînes.

Le déroulement du câble télégraphique, qui est très-simple avec une voiture, serait impraticable à dos de mulet : la charge de l'animal, devenue inégale au bout de quelques minutes, tournerait; les tiraillements du câble feraient broncher le mulet, et lui occasionneraient bientôt des blessures qui le mettraient hors de service. On a donc recours à une *brouette-brancard*. Sur cette brouette on place deux bobines, qu'on échange quand elles sont vides, contre celles que porte le mulet. Cette brouette peut facilement s'enlever à bras dans un passage difficile.

La *brouette-brancard* est d'un excellent usage, même

Digitized by Google

avec les voitures. Elle offre un moyen de prendre des raccourcis sur une route en lacets.

Le poste volant est le seul possible dans la montagne, et il est encore très-avantageux pour les petites lignes qu'on veut établir rapidement sans se donner grand embarras.

Tout ce matériel on le voit est en définitive assez simple. Nous allons dire maintenant comment on le met en œuvre, en d'autres termes, comment on s'y prend pour établir sur le terrain une ligne de télégraphie militaire.

Un atelier pour la construction d'une ligne est ainsi composé :

Les *chariots à bobines* marchent les premiers, la *voiture-poste* de déroulement suit, parce qu'elle doit faire la plus grande partie du travail. Les avertissements de *halte* et de *en avant*, à cause de la distance souvent très-grande qui sépare les voitures et les travailleurs, se donnent par des coups de sifflet. Un sous-officier, deux caporaux et douze hommes, sont chargés de la pose. Le sergent est en tête; il trace les lignes. Les soldats sont divisés en trois groupes. Le premier groupe suit le sergent. S'il s'agit de la ligne suspendue, il perce les trous destinés à recevoir les lances, et prépare celles-ci; s'il s'agit d'un câble, il creuse des rigoles et assure les passages. Le deuxième groupe de soldats est occupé aux bobines; il déroule le câble ou le fil, fait les épissures et les joints, et dispose le câble conducteur pour le faire passer dans les mains de ceux qui doivent le poser à terre. Le troisième groupe attache le câble à terre et le couche dans les rigoles, ou bien fixe le fil aux lances quand on établit une ligne suspendue. Les lances sont ordinairement espacées de cinquante ou soixante mètres. Quand le câble doit rester longtemps en place, il vaut mieux le suspendre, si des maisons ou des arbres en donnent la faculté.

Les officiers qui dirigent l'opération ont eu, préalablement, à reconnaître le terrain, à déterminer le tracé géné-

Digitized by Google

ral de la ligne, à surveiller la construction. En route, comme en station, ils sont responsables du service des postes; à l'arrivée, ils auront à préparer et à vérifier le matériel pour le lendemain.

La vitesse moyenne que l'on peut atteindre pour la pose d'une ligne télégraphique, *en terrain plat*, est de deux kilomètres à l'heure pour la ligne suspendue, et de cinq kilomètres pour la ligne de câble. Dans les terrains difficiles, la vitesse est deux fois moindre.

Le *relèvement* de la ligne, quand elle a fonctionné, s'opère avec facilité. Cinq ou six hommes marchent dans l'ordre inverse de celui adopté pour la pose, chaque ouvrier défaisant ce qu'il a fait. On suit, et on peut même dépasser, en exécutant ce travail, la vitesse du pas de l'homme.

Dès que la ligne est construite, il faut songer à sa conservation.

Les accidents auxquels elle est exposée sont de deux sortes. Les uns, indépendants des hommes, proviennent soit d'un matériel défectueux, soit d'une construction hâtive, soit des intempéries de l'atmosphère; les autres naissent de la malveillance de la population qu'on laisse derrière soi, ou des coups de main rapides tentés par l'ennemi. Dans l'un et l'autre cas, de petites escouades échelonnées le long de la ligne fournissent des ouvriers pour réparer le dégât. La protection militaire et l'application des peines portées contre la destruction de tout matériel de guerre, contribueront, dans les cas ordinaires, à sauvegarder le télégraphe.

Il peut arriver pourtant que le matériel de télégraphie électrique soit détruit ou hors de service. Alors on a recours aux signaux. Les navires n'ont pas d'autre moyen de communiquer entre eux. A la guerre il faut arriver à les produire d'une façon très-simple, et voici comment on y parvient.

Supposons que deux hommes placés à une certaine distance soient convenus entre eux qu'*un* mouvement du bras droit indiquera une unité, deux mouvements deux uni-

Digitized by Google

tés, etc.; qu'*un* mouvement des *deux bras à la fois* indiquera une dizaine, deux dizaines, etc.; ces deux hommes pourront signaler de l'un à l'autre tous les nombres de un à deux chiffres. Parmi ceux de 1 à 99, ils choisiront les 26 qui exigent le moins de mouvements de bras, et dresseront un petit tableau, où ces 26 chiffres représenteront les lettres de l'alphabet. Rien de plus facile, après cela, que de transmettre une phrase écrite à l'avance, de lui faire parcourir une grande distance, au moyen d'intermédiaires, qui en répéteront les signes, et de déchiffrer cette phrase.

Au lieu de cela, on peut supposer qu'un mouvement de bras signifiera *un point*, un mouvement des deux bras à la fois *un trait*. On pourra alors, avec des combinaisons de traits et de points, former un alphabet analogue à l'alphabet Morse. On aura soin d'affecter les signaux les plus simples aux lettres qui se représentent le plus souvent. En faisant les mouvements à la cadence de 60 à la minute, et en intercalant des repos entre les lettres et les mots, on arrivera à figurer 12 lettres par minute, en moyenne.

On comprend qu'au lieu de se servir uniquement des bras, on puisse mouvoir un fanion, un disque, une coiffure, un fusil, et la nuit une lanterne ou une torche. Les conventions se prêtent aussi à une extrême variété; mais, quel que soit le système, il reposera toujours : 1° sur la formation de deux signes bien distincts; 2° sur les combinaisons infiniment variées dont deux signes différents répétés une ou plusieurs fois sont susceptibles. Si l'on avait plus de deux signes à sa disposition, il serait encore bien plus facile de représenter par leurs combinaisons les 26 lettres de l'alphabet. La principale précaution à prendre est que les signaux soient toujours bien distincts les uns des autres.

Chez les étrangers, les signaux appliqués à l'art de la guerre sont bien plus usités qu'en France. C'est à eux que la garnison de Luknau dut son salut pendant la guerre de l'Inde; chose curieuse, c'est le système qui avait déjà servi aux Anglais dans la guerre d'Espagne. Pendant les guerres

Digitized by Google

de l'empire, les Espagnols avaient adopté des signaux proposés en France par le colonel Reveroni de Saint-Cyr.

Les Anglais font encore usage, au polygone de Schœburiness, d'un appareil à volets inventé par le général Blanshard et perfectionné par Redel. Ils se servent aussi d'appareils et de *codes* imaginés par le capitaine Shaw, le capitaine Ross, le lieutenant Colomb et le capitaine Botton. Le système de ce dernier repose sur les formes que peuvent prendre deux cônes compressibles. On a vu, à l'Exposition de 1867, l'appareil optique autrichien du colonel Ebner. Ajoutons que les Américains avaient un corps de *signaleurs* pendant la guerre. A Malte, à Gibraltar, à Anvers, les signaux sont employés concurremment avec les fils électriques.

Nous avons insisté sur tous ces détails techniques, parce que c'est là la partie essentielle et la moins connue de cet intéressant système. Nous terminerons en rapportant les principales expériences qui ont été faites au camp de Châlons, en 1868, par la petite brigade constituée à cet effet.

Les officiers étaient au nombre de neuf: M. le capitaine Fix, chef du service, ayant sous ses ordres trois autres capitaines d'état-major, quatre lieutenants d'infanterie et un garde, avec environ cent cinquante soldats, ouvriers ou conducteurs. Trente chevaux ou mulets étaient consacrés au transport du matériel. Après le temps convenable donné à l'instruction spéciale de cette petite troupe, les expériences commencèrent. Elles durèrent quatre mois. Nous allons en citer quelques-unes.

Pendant les jours de manœuvre, toute la brigade télégraphique suivait les troupes, établissait un poste central, et correspondait de là avec chaque division d'infanterie.

Dans un campement qui fut exécuté en présence de l'Empereur par tout le corps d'armée, les sections télégraphiques suivirent les colonnes, les relièrent entre elles au quartier général, au bureau civil du Mourmelon, et envoyèrent en même temps des dépêches à Paris.

Digitized by Google

Un autre jour, une section télégraphique, avec un atelier de réserve monté sur un chariot, suivit une reconnaissance de cavalerie, qui poussa jusqu'aux approches du camp d'Attila, à une distance d'environ 8 kilomètres du camp de Châlons. Elle donna des nouvelles très-rapides au général en chef, et put relever son câble, pour rentrer en même temps que la cavalerie.

Voici enfin l'expérience la plus considérable et la plus concluante qu'il ait été donné de faire.

A l'ouest du camp de Châlons s'élèvent une série de hauteurs d'une altitude moyenne de 250 mètres, connues sous le nom de Montagne et de Forêt de Reims. Elles remplissent l'espace compris entre cette dernière ville et Épernay, et les plateaux supérieurs sont alternativement ravinés et boisés. Les pentes orientales, couvertes de vignes, sont couronnées par le village de Verzy. En se dirigeant du Grand-Mourmelon sur Verzy, on rencontre successivement ces lignes à peu près parallèles, le chemin de fer de Châlons à Reims, la Vesles courant dans des bouquets d'arbres où se cachent des villages, le canal de la Marne à l'Aisne bordé de hautes levées, la route de Châlons à Reims, enfin les pentes inférieures de la montagne. La distance du bivouac à Verzy, en tenant compte des sinuosités à suivre, était d'environ 24 kilomètres.

Le 30 juillet, on constitua une section aussi forte qu'elle eût dû l'être en campagne. Elle comprenait trois officiers, deux employés civils, soixante-dix soldats, cinq voitures, dont une fourragère portant les bagages et une trentaine de chevaux et mulets. On se pourvut de vivres et de fourrages pour quarante-huit heures. Une ligne suspendue avait été développée la veille jusqu'au chemin de fer qui longe le camp sur une longueur de 7 à 8 kilomètres. A minuit on se mit en route, par une nuit très-obscure. On arriva à une heure du matin à la limite du camp et on commença le travail, qui se continua aux lanternes, jusqu'à la pointe du jour.

A dix heures du matin, les 24 kilomètres de ligne étaient

Digitized by Google

complets et toute la section était réunie sur la place de Verzy, où elle établit son bivouac. La ligne passait par Mourmelon-le-Grand, Mourmelon-le-Petit, Sept-Saulx, les Petites-Lages, Verzy et coupait le Cheneu, le chemin de fer, le canal, beaucoup de chemins et de routes. Sauf pour la portion qui traversait le camp et qui était en fil suspendu, on avait partout employé le câble, qui fut également suspendu dans la traversée des villages. Un service de surveillance avait été organisé; il consistait en deux petits postes d'un caporal et quatre hommes chacun. La ligne resta trente-six heures sur place et fut constamment bonne. Les sous-officiers, mettant à profit les cours qu'ils avaient suivis, concoururent à la transmission des dépêches. On repartit de Verzy le surlendemain 1er août, à cinq heures du matin, et à dix heures et demie on était rendu au camp : toute la ligne avait été relevée.

La télégraphie militaire n'en est encore qu'à ses débuts; elle parcourt la période des tâtonnements et des essais. Mais il est de toute évidence qu'elle rendra d'immenses services quand elle sera entrée dans les habitudes de l'armée. L'auteur de la brochure sur la *Télégraphie militaire*, qui vient de nous occuper, nous paraît parfaitement caractériser l'utilité spéciale de la télégraphie dans les armées, en disant qu'elle sera surtout utile à la stratégie, mais qu'elle devra cesser sur le champ de bataille, car là elle serait plus embarrassante qu'utile.

C'est, du reste, à l'expérience seule qu'il appartient de prononcer sans réplique sur l'importance et sur le degré d'utilité d'une invention qui n'a pas encore été sanctionnée par la guerre, qui n'a pas encore reçu, du moins quant à nos troupes, le baptême suprême du feu de l'ennemi.

Digitized by Google

8

Progrès de la télégraphie française.

Les détails suivants sont tirés du rapport adressé au ministre de l'intérieur par M. de Vougy, directeur général des lignes télégraphiques.

Conformément à la loi du 4 juillet 1868, le tarif des dépêches échangées entre deux bureaux de l'Empire situés dans des départements différents a été réduit de 2 francs à 1 franc, depuis le 1er novembre 1869.

La faculté pour le public de se servir du télégraphe résulte de la loi du 29 novembre 1850. Mais alors le réseau télégraphique n'existait pas encore. Le décret du 6 janvier 1852 imprima à cette branche du service public une impulsion qui ne s'est pas ralentie.

Tandis qu'à la fin de 1851 il n'y avait en France que 17 bureaux, on en comptait 1701 au 1er janvier 1869, non compris un millier de gares où le public est admis à déposer ses dépêches, par suite d'une entente entre l'administration et les compagnies de chemins de fer.

Aux mêmes époques, l'étendue kilométrique du réseau est représentée par les nombres 2133 et 40 118.

Le total annuel des dépêches a été, à ces deux mêmes époques, de 9014 et de 3503182.

En ce qui touche les appareils, les lignes françaises, après avoir été desservies à l'origine et jusqu'en 1855 par un instrument à aiguilles, analogue à celui qui est en usage dans les gares de chemins de fer, et qui ne laissait aucune trace des dépêches, emploient maintenant, soit l'appareil de M. Morse, soit l'appareil de Hughes: le premier transmet les dépêches en signaux conventionnels, intelligibles seulement pour les employés qui le manœuvrent, le second en caractères typographiques, intelligibles pour tous.

Ces appareils ont reçu en France des perfectionnements importants; ce n'est qu'après s'y être généralisé que celui de Hughes a été adopté dans les principaux pays de

Digitized by Google

l'Europe et est devenu l'instrument presque exclusif des relations télégraphiques internationales.

Mais ni l'un ni l'autre ne garantissaient les correspondances des chances d'altération tenant aux conditions mêmes dans lesquelles ils fonctionnent. Un employé français, M. Meyer, a trouvé la meilleure solution de cet important problème. Dans son système, les dépêches se reproduisent en *fac-simile;* aucune inexactitude ne peut s'y glisser par le fait de la télégraphie, et elles portent avec elles un caractère irrécusable d'authenticité.

Cet appareil, dont nous avons donné la description plus haut, est en service entre Paris et Lyon, Paris et Marseille, et il donne de très-bons résultats; on va en pourvoir successivement les fils qui mettent Paris en relation avec les villes les plus importantes de l'empire.

Les principales améliorations introduites dans la télégraphie ont été réalisées de 1860 à 1869. Les tubes pneumatiques, l'introduction de l'appareil Hughes sur toutes les grandes lignes, l'invention de l'appareil Meyer, l'adoption des tarifs uniformes et réduits appartiennent à cette période.

C'est également dans la même période que le public a été admis à correspondre en langage secret; qu'a été organisé le service électro-sémaphorique, qui donne aux navires en mer le moyen de communiquer avec le continent; que le câble reliant la France à l'Amérique a été construit et immergé; enfin qu'ont eu lieu les conférences internationales de Paris, qui ont abouti à l'adoption par toute l'Europe de tarifs uniformes et réduits ainsi que d'un ensemble de règles qui forment le code de la télégraphie internationale.

9

Pile télégraphique de M. Devos.

Cette pile, très-simple, a été admise par l'administration des lignes belges à fonctionner sur une ligne importante. Voici en quoi elle consiste:

Digitized by Google

Un vase cylindrique est divisé en deux parties par une lame de charbon de cornue. Dans la première partie se trouve un mélange de sel ammoniac et de coke concassé; dans l'autre, une lame de zinc. On charge la pile avec de l'eau ordinaire; le zinc décompose la solution ammoniacale; il se fait du chlorure de zinc. A la lame de charbon correspond l'électrode positive et à celle de zinc l'électrode négative.

Le tableau suivant montre la supériorité de cette nouvelle pile sur la pile à sulfate de cuivre.

	Pour la pile à sulfate de cuivre.	Pour la pile à sel ammoniac.
Sur une résistance de 510 kilom., après 48 h. de fonction continue, 20 couples ont donné à la boussole.....	6°	8°
Sur une résistance de 160 kilom.....	15°	17°
Sur 0 kilom., c'est-à-dire sans résistance.	40°	41°

10

Pile électrique de M. Ney.

Cette pile se compose d'un vase contenant une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, dans laquelle trempe une lame de zinc amalgamé, et d'un cylindre poreux rempli de carbonate de cuivre, dans lequel on plonge une lame de cuivre. Cette pile nouvelle peut être établie à bon marché. Pour maintenir son fonctionnement, il suffit d'ajouter de temps en temps des morceaux de sel ammoniac.

Le carbonate de cuivre est insoluble dans la dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque; mais si l'on ferme le circuit, ce dernier produit se décompose en acide chlorhydrique et en ammoniaque, le premier de ces corps allant au pôle zinc et l'autre au pôle cuivre. Le carbonate de cuivre devient alors soluble, et sa dissolution donne naissance à un courant secondaire, qui a la force d'un élément Daniell.

Pour la télégraphie militaire, la pile devant pouvoir être transportée, on remplacerait la solution de sel ammoniac par du sable imprégné de cette même dissolution.

Digitized by Google

11

Pile secondaire de M. Gaston Planté.

Lorsqu'on réunit par un conducteur deux lames métalliques ayant servi à la décomposition de l'eau par la pile, on obtient un courant secondaire, dit *courant de polarisation*. L'intensité de ce courant varie avec la substance des lames et son énergie est maxima lorsque ces lames sont faites de plomb. Cette dernière propriété a été reconnue en 1859 par M. Gaston Planté, qui a construit depuis une pile nouvelle dans laquelle est utilisé ce courant de polarisation.

Voici la description de cette pile.

Une auge en gutta-percha, de forme parallélipipédique, contient six lames de plomb parallèles, qui ne se touchent point. Les lames paires sont mises en relation avec un même conducteur, les lames impaires avec un autre. L'auge contient de l'eau acidulée par l'acide sulfurique. En attachant aux deux conducteurs les réophores d'une petite pile Bunsen, le courant traverse l'eau acidulée et la décompose. Les lames de plomb positives, où se rend l'oxygène, se recouvrent de bioxyde de plomb, dont la tendance à décomposer l'eau, en attirant l'hydrogène, est de sens opposé à l'action électrolytique ; il arrive alors que la décomposition de l'eau en ses deux éléments, hydrogène et oxygène, cesse bientôt.

Si on supprime la pile Bunsen et qu'on réunisse les conducteurs auxquels aboutissent les deux systèmes de lames de plomb, on obtient un courant infiniment plus intense que celui dont on s'est primitivement servi.

En employant deux électrodes de plomb ayant chacun une surface double de 2 mètres carrés, M. Planté a obtenu des effets identiques à ceux qu'auraient produits 70 couples de Bunsen de 21 centimètres de hauteur. Avec les six lames

Digitized by Google

de plomb (dont les dimensions sont de 20 et 22 centimètres) de la pile que nous avons décrite, on peut brûler à l'air une grosse aiguille d'acier à tricoter en la faisant traverser par le courant de polarisation.

Nous avons jusqu'à présent obtenu des effets de quantité. Pour obtenir des effets de quantité ou de tension à volonté, M. Planté dispose à côté les unes des autres quarante auges en gutta-percha contenant de l'eau acidulée dans laquelle plongent deux lames carrées de plomb de 20 centimètres de côté.

Les lames se prolongent en avant des auges et peuvent être reliées, les lames impaires entre elles, les lames paires aussi, par des traverses métalliques qui les touchent. Si après avoir supprimé la pile qui sert à décomposer l'eau acidulée, on fait communiquer les deux conductrices, on obtient des effets de quantité.

Pour obtenir des effets de tension, un commutateur particulier (et qu'il serait inutile de décrire sans figure) réunit entre elles les lames de plomb de la manière suivante : la lame 2 avec la lame 3, 4 avec 5, 6 avec 7, etc. En faisant communiquer les deux lames extrêmes, on obtient un courant très-intense capable de surmonter une résistance proportionnelle au nombre des éléments.

A l'aide de cette pile de tension, on peut faire rougir pendant une minute environ un fil de platine de 2 mètres environ et de un quart de millimètre de diamètre ; on peut faire brûler un fil de fer fin et long, obtenir une vive lumière entre une pointe de métal et une surface de mercure, ou bien entre deux cônes de charbon, etc.

Comme on le voit, cette pile secondaire est à la pile qui a servi à la charger (et qui peut être quelconque) ce que la bouteille de Leyde est à la machine électrique ordinaire.

Digitized by Google

12

Vitesse de l'électricité.

On a fait en Amérique, à Cambridge (Massachussetts), des expériences à l'aide du fil électrique entre Cambridge et San Francisco. La distance entre ces deux points est de 4500 kilomètres. Il s'agissait d'apprécier d'une façon très-précise le temps employé par l'électricité pour franchir ces 1120 lieues.

On s'est servi d'un fil de retour, au moyen duquel la seconde, battue à San Francisco par le courant de Cambridge, venait se répéter à son point de départ. La moitié du temps observé entre l'émission du courant à Cambridge et l'instant où l'on y entendait la seconde battue par le courant de retour de San Francisco, indiquait l'heure exacte au même moment aux deux stations.

On a trouvé que l'électricité avait fait 9000 kilomètres (aller et retour) en un peu moins de 0,8 de seconde.

13

Machine électrique de M. Carré.

La machine de Holtz, telle qu'elle a été perfectionnée par l'auteur lui-même, a rendu un service très-sérieux aux sciences et à l'enseignement; mais elle est coûteuse, et excessivement sensible à l'humidité. Malgré une modification apportée à cette machine par M. Bertsh, modification qui consiste à remplacer le disque de verre par un plateau de caoutchouc durci, la machine était encore fort capricieuse. Enfin M. Carré, le physicien ingénieux à qui l'on doit l'appareil à préparer de la glace, a modifié comme il suit la machine de Holtz.

Digitized by Google

Un disque en caoutchouc durci peut tourner entre deux coussins enduits d'or mussif. Le même mouvement qui fait tourner ce disque, en fait tourner un autre plus grand, placé au-dessus de lui, dans un plan vertical distant de 2 à 3 millimètres du plan vertical du premier disque. Ces deux plateaux sont en présence, dans une portion de leur surface, le petit par sa partie supérieure, le grand par sa partie inférieure. Deux peignes, disposés en haut et en bas du diamètre vertical du grand disque, correspondent à des conducteurs en cuivre. En face du peigne supérieur, et de l'autre côté du plateau, se trouve une lame de caoutchouc qui couvre l'espace du disque opposé au peigne.

Ceci posé, examinons le fonctionnement de la machine. Le disque inférieur s'électrise directement par le frottement, comme le plateau de verre de la machine électrique ordinaire. Il agit par influence sur le premier peigne, et provoque un développement d'électricité de même nom que celle de la source dans le premier conducteur, qui est en même temps excitateur. L'électricité de nom contraire s'échappe des pointes et passe sur le grand disque qui, en tournant, vient influencer le deuxième peigne, et développer dans le deuxième conducteur une électricité contraire à celle du premier. Le rôle de la lame qui fait face au peigne supérieur, est de maintenir le disque électrisé au passage où doit s'effectuer l'action, en s'électrisant elle-même de fluide contraire.

Cette machine est, comme on le voit, très-simple, peu coûteuse; elle est aussi moins sensible que celles de MM. Holtz et Bertsh à l'humidité. Suivant les dimensions qu'on lui donne, elle peut fournir des étincelles de toute grandeur, jusqu'à la limite de 60 centimètres environ.

Avec un appareil dont le plateau a $0^m,28$ de diamètre, et le disque induit $0^m,49$, on obtient des étincelles directes d'un centimètre et demi de longueur, formant un jet presque continu. L'interposition d'un conducteur entre les deux pôles porte la longueur des étincelles jusqu'à deux centimètres.

Digitized by Google

Cette nouvelle machine électrique a été adoptée par M. Jamin pour servir d'appareil générateur d'électricité statique dans le laboratoire de recherches de physique de la Sorbonne.

14

Autre perfectionnement de la machine de Holtz.

Nous venons de dire, en parlant de la machine électrique de M. Carré, combien était sensible à l'humidité l'ingénieuse machine électrique de M. Holtz. Le perfectionnement dont nous allons parler porte sur ce point spécial : il est dû à M. Demoget.

M. Demoget place la machine de Holtz dans une cage vitrée renfermant de la chaux ou du chlorure de calcium. La face supérieure de cette cage sert de table d'expérience. L'arbre du plateau tournant traverse une des faces latérales de la cage, et est mû par une manivelle extérieure. A la face latérale opposée se trouve une petite machine à frottement, qui sert à électriser l'une des deux armatures. Pour cela, on peut guider de l'extérieur, à l'aide d'une tige de caoutchouc durci, son conducteur métallique et le mettre en contact avec l'armature. Cette petite tige remplace, comme on le voit, la plaque de caoutchouc durci, préalablement électrisée, et qui sert dans la machine de Holtz à amorcer l'armature.

Ainsi modifiée, la machine de Holtz fournit, en tout temps, une grande quantité d'électricité à forte tension.

15

Un nouveau pyromètre.

Le pyromètre que propose M. Lamy est une application très-simple de la loi qui régit l'important phénomène que

Digitized by Google

M. Saint-Claire Deville a découvert, et auquel il a donné le nom de *dissociation*. Par de nombreuses expériences, M. H. Sainte-Claire Deville a démontré que certains composés, gazeux ou volatils, se décomposent d'une manière partielle et progressive à mesure que la température s'élève, et que la tension des éléments du mélange, ou tension de dissociation, croît avec la température, tout en restant constante à une température déterminée. M. H. Debray a étendu cette loi fondamentale au cas des substances solides formées par l'union de deux corps dont l'un est fixe et l'autre volatil, tel que le carbonate de chaux. Dans ce cas particulier, la tension de dissociation a pu être mesurée exactement, et les résultats obtenus par M. Debray sont aussi nets que concluants. Du spath d'Islande, chauffé dans le vide à 860 degrés, se décompose de manière que la tension maxima du gaz carbonique devienne égale à 85 millimètres; à 1040 degrés, le gaz dégagé atteint la tension maxima de 520 millimètres.

De même que l'eau émet de la vapeur dont la tension est constante ou maxima pour une certaine température, de même le carbonate de chaux abandonne de l'acide carbonique à une température relativement beaucoup plus élevée, jusqu'à ce que ce gaz ait acquis une certaine tension constante ou maxima pour cette température. Et de même que la force élastique de la vapeur aqueuse croît avec la température, de même aussi s'accroît la tension de dissociation de carbonate de chaux[1]. De même enfin, un abaissement de température, qui détermine la condensation d'une partie de la vapeur d'eau dans l'espace où elle est renfermée, amène l'absorption d'une partie du gaz carbonique par la chaux produite, de façon que finalement la tension de la dissociation, comme celle de la vapeur

1. Le gaz carbonique est lui-même susceptible de dissociation en oxyde de carbone et oxygène; mais ce phénomène plus intime ne peut avoir, dit M. Lamy, aucune influence sur la valeur des résultats dont il est question ici.

Digitized by Google

d'eau, revient toujours à la vapeur qui correspond à la nouvelle température.

Al'aide des tables des tensions maxima de la vapeur d'eau on conclut facilement la température de la tension, ou réciproquement. D'après ce qu'on vient de dire, on pourra déduire non moins aisément, de tables de tensions maxima du gaz carbonique, les températures correspondantes.

Le principe étant posé, on comprendra combien peut être simple et pratique le pyromètre à carbonate de chaux que M. Lamy propose. Il est formé d'un tube en porcelaine, verni sur ses deux faces, fermé à un bout et mis en communication par l'autre bout, avec un tube de verre à deux branches, contenant du mercure, ou tout autre système manométrique. Le tube de porcelaine a reçu une certaine quantité de spath d'Islande, ou simplement de marbre blanc en poudre, dans la partie qui doit être exposée au feu ; puis il a été rempli de gaz carbonique sec et pur, que l'on y a développé en chauffant le marbre jusqu'au rouge vif. Lorsqu'un pareil tube est revenu à la température ordinaire, le gaz carbonique est entièrement résorbé par la chaux, et le manomètre accuse le vide. C'est donc un véritable baromètre, quand il ne fonctionne pas pour indiquer les hautes températures.

Les principaux avantages du nouvel instrument sont les suivants. Sa construction est simple et peu coûteuse; pas de jaugeage de volumes; pas de cause de dérangement apparente, au moins pour le moment. Son installation est facile et possible dans la plupart des fours de l'industrie; il donne la température à partir de 800 degrés environ, par une simple lecture, comme les thermomètres ordinaires, et le manomètre indicateur peut être placé à une distance, pour ainsi dire quelconque du four où le pyromètre est monté, puisque ses indications ne dépendent que des tensions maxima. Enfin, il est beaucoup plus sensible que les pyromètres qui pourraient être basés sur la dilatation de l'air sous une pression constante, si de pareils instruments étaient possibles en pratique, parce que leurs indications ou

Digitized by Google

les volumes de dilatation deviennent de plus en plus faibles à mesure que la température s'élève, tandis que les indications fondées sur la dissociation du carbonate de chaux deviennent de plus en plus grandes. M. Isambert a déjà prouvé ce dernier fait pour les composés ammoniacaux, dont les tensions de dissociation sont représentées par des courbes semblables à celles des tensions de la vapeur d'eau et de l'alcool. Dans ses expériences d'essai, M. Lamy a pu constater un fait analogue pour le carbonate de chaux.

Pour réaliser les avantages qu'on vient d'énumérer, le pyromètre à marbre exige uniquement qu'on ait déterminé, une fois pour toutes, les températures correspondantes aux tensions maxima du gaz carbonique, de même à peu près que, pour graduer un hygromètre à cheveu, il suffit de mesurer les allongements du cheveu qui correspondent à des tensions de vapeur déterminées. C'est le tableau de ces températures, ou la *table des tensions maxima* de l'acide carbonique, que M. Lamy a commencé à exécuter, au moyen d'un pyromètre à air, construit avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science.

Mais l'emploi d'un pareil instrument pour évaluer des températures élevées qui correspondent exactement aux tensions de dissociation du marbre, suppose que l'on puisse maintenir ces hautes températures sensiblement constantes pendant un certain temps. Ici encore, si l'auteur a pu réussir, c'est en tirant le plus heureux parti d'une découverte récente de M. H. Sainte-Claire Deville, le nouveau mode de chauffage au pétrole, dont la science et l'industrie lui sont redevables. Dans l'appareil dont se sert M. Lamy, un robinet à tête graduée permet de régler à volonté l'écoulement de l'huile lourde, et de restreindre les variations de température dans des limites très-resserrées.

On jugera de ce qu'il est possible d'obtenir sous ce rapport, et en même temps de la sensibilité relative du pyromètre à marbre, par quelques-uns des nombres obtenus dans des expériences préliminaires. On a pu, deux heures durant, maintenir par la température de 1050 degrés environ

Digitized by Google

assez constante pour que les variations de volume de la masse d'air du pyromètre à air, presque insensibles à l'œil nu, ne dépassassent pas 1 à 2 millimètres d'amplitude au maximum, dans un tube de 15 millimètres de diamètre ; pendant que les oscillations de la colonne de mercure, dans le manomètre à gaz carbonique, restaient comprises dans les limites suivantes, au-dessus et au-dessous de la pression atmosphérique : + 13 et — 8 millimètres, + 11 et — 5 millimètres.

16

Planchette photographique de M. A. Chevalier, construite par M. Duboscq.

Un rapport fait à l'Académie des sciences par M. d'Abbadie sur les avantages de la planchette photographique de M. Chevalier, va nous permettre d'apprécier avec exactitude cette intéressante et utile application de la photographie au lever de plans.

Dès la découverte de Daguerre, dit M. d'Abbadie dans son rapport, Arago comprit tout de suite que le topographe pourrait emprunter à la photographie ses moyens rapides d'investigation. Cette prévision du grand physicien suscita diverses idées pour une solution pratique du problème.

Cinq ans plus tard, M. Martens montra que l'on pouvait fixer sur la surface d'un cylindre une suite d'images reçues à travers un fente étroite et un objectif mobiles. On n'obtenait ainsi qu'un demi-tour d'horizon, mais M. Garella, ingénieur en chef des mines, ne tarda pas à perfectionner l'appareil, de manière à obtenir les images sur une surface plane et à prendre, à la rigueur, un tour d'horizon entier. Ces dispositions étaient ingénieuses, mais quand il s'agissait ensuite de construire une carte plane, il fallait recourir préalablement soit à de longs calculs, soit à des

Digitized by Google

réductions graphiques, où la possibilité des erreurs se joignait à des retards inévitables.

Dix-sept ans après l'invention de Daguerre, A. Chevallier posa enfin d'une manière précise le problème à résoudre, en établissant que, pour obtenir un plan sur le papier, il fallait construire dans chaque station un rapporteur spécial, formé photographiquement par l'ensemble des signaux à relever, que l'instrument enregistre automatiquement selon les écartements angulaires où l'œil les aperçoit de la station choisie.

Ce résultat est obtenu en promenant autour de l'horizon, par un mouvement d'horlogerie, un objet vertical qui reçoit les images des signaux situés autour de la station. Reçues ensuite par un prisme à réflexion totale solidaire avec l'objectif, ces images sont renvoyées de haut en bas à travers une fente placée au-dessus d'une glace sensibilisée et horizontale. L'axe de cette fente fait partie du plan vertical mobile qui contient à la fois l'axe optique de l'objectif et le centre autour duquel il se prolonge en azimut. La fente s'ouvre automatiquement et sans secousse, après que l'objectif et le prisme ont acquis un mouvement circulaire uniforme. Quand le tour d'horizon est terminé, cette fente se ferme d'elle-même, et l'on peut tourner horizontalement tout l'appareil, jusqu'à ce que l'aiguille d'une boussole attachée coïncide avec le zéro de son cercle divisé. En ouvrant alors une fente spéciale, on laisse la lumière tracer sur le bord de la glace un trait qui ajoute à l'épreuve la direction du méridien magnétique. Cette précaution sert à orienter le cliché et permet au dessinateur du plan définitif de se retrouver dans la combinaison ultérieure de plusieurs tours d'horizon.

Dans ce cercle d'images photographiées, tous les signaux conservent entre eux les vrais écartements angulaires sous lesquels on les voit de la station.

Enfin, une ligne déliée, produite par un fil situé à la hauteur de l'axe optique, montre tous les points du panorama photographique dont l'altitude est égale à celle de

Digitized by Google

la station où l'on opère. En mesurant la distance de cette ligne au sommet de chaque signal et en s'aidant d'une table numérique, on obtient aisément les altitudes relatives. L'usage de tout cet appareil n'exige d'autre connaissance spéciale que celle de la photographie.

Pour comprendre la grande simplification apportée ainsi dans l'art de lever les plans, reportons-nous aux méthodes employées jusqu'ici.

Après avoir dirigé péniblement sur chaque signal l'axe optique de la lunette du théodolite, on lit et l'on écrit successivement les chiffres du niveau des deux limbes et de leurs verniers. Quand les relèvements sont très-nombreux, on est forcé de consacrer plusieurs heures à un seul tour d'horizon. Puis on place convenablement un rapporteur : on lit d'abord et l'on pointe ensuite un à un chaque angle horizontal. Ces opérations successives sont fort longues : souvent on y commet des erreurs d'autant plus difficiles à redresser qu'elles remontent plus haut.

Le théodolite ordinaire ou théodolite à lecture n'est réellement préférable que si l'on veut approcher des limites de l'exactitude en appliquant le calcul à la construction de chaque triangle.

Au contraire, le théodolite autographe ou planchette photographique achève dans une demi-heure le tour d'horizon le plus compliqué. On sera donc porté à pousser bien plus loin le nombre des détails en multipliant les signaux artificiels, car on enregistre involontairement les moindres accidents du paysage et même des signaux dont on ne prévoyait pas le besoin. L'opérateur évite ainsi ces précautions supplémentaires que dans les méthodes usuelles on est obligé de prendre pour bien marquer la station, afin d'y relever, dans une seconde opération, les signaux importants qu'on avait omis, par ignorance ou par mégarde, de noter dans la première. Pour construire enfin le plan ou la carte, on applique directement la règle sur l'épreuve photographique, car dans la méthode nouvelle chaque station

Digitized by Google

a son rapporteur spécial. Le dessinateur n'a jamais à s'y préoccuper des lectures ni des prescriptions d'angles qui, disparaissant dans le résultat final, ne sont, dans tous les cas, que des séries de rapports et en quelque sorte des intermédiaires destinés à disparaître dès que le travail est terminé.

A ces avantages de la planchette photographique il faut ajouter qu'elle affranchit l'opérateur de ces fautes d'attention si souvent difficiles à reconnaître ou même à délimiter quand on s'en doute après coup. Le nouvel instrument jouit du précieux avantage des appareils automatiques, car la lumière s'y charge elle-même de faire les observations. De plus, on peut tirer d'un seul cliché autant d'épreuves qu'on voudra et plusieurs dessinateurs rédigeront ainsi au besoin un même plan en expéditions multiples.

Les méthodes de contrôle sont toujours précieuses pour constater les faits, et celle que nous venons de mentionner ne peut s'employer lorsqu'on a opéré au théodolite, ni à plus forte raison quand on a fait des levés avec la planchette d'arpenteur. Au lieu de leurs levers discontinus et si souvent insuffisants, on obtient une véritable intégration en azimut, en même temps une courbe d'égal niveau que le cliché donne sans calcul préalable.

Les résultats de la pratique, ajoute l'auteur du rapport à l'Académie des sciences, qui nous fournit les détails qu'on vient de lire, sont excellents. M. Viollet-le-Duc est complétement satisfait du plan du château de Pierrefonds levé par A. Chevallier.

Le levé partiel des environs de Toulon fait par la photographie, sous les yeux de deux savants officiers, MM. Mouchez, capitaine de vaisseau, et E. Paté, capitaine du génie, a signalé une erreur dans le plan directeur auquel on le comparait. L'invention de Chevallier est donc non-seulement un rapide moyen de fonder une topographie, mais encore un précieux instrument de contrôle pour les plans déjà exécutés.

Dans les féconds travaux de la paix, il servira à refaire,

Digitized by Google

sans trop d'efforts, notre carte du cadastre, où tant d'erreurs se sont glissées. En temps de guerre, il pourrait avancer nos principes de tactique, en retraçant fidèlement les divers épisodes d'un combat. Mais c'est surtout en achevant promptement le plan directeur pour l'attaque d'une place à peine investie, que le théodolite imprimant sera utile, car il exécute rapidement, et il épargnera la vie de plus d'un officier du génie, souvent trop porté à s'exposer au canon de l'assiégé. Dans ce cas, en effet, on conçoit l'avantage d'un appareil qui peut fonctionner discrètement derrière un épaulement de terrain ou de fortification, en ne découvrant au tir de l'ennemi qu'un tube et un objectif.

Après douze années d'études incessantes, Chevallier est mort en 1868, au moment où il espérait voir sa découverte adoptée par les savants spéciaux.

17

La perméabilité des métaux par les gaz.

On continue, parmi les physiciens, à s'occuper de la question, si intéressante et si curieuse, du passage des gaz à travers les corps solides, et particulièrement les métaux. Ce fait, qui était demeuré confiné jusqu'à ce moment dans le domaine de la théorie, a pris tout à coup de l'importance par son application à certains faits usuels, tels que la transpiration des gaz du charbon à travers les poêles de fonte. Une communication résumant les faits connus jusqu'à ce jour sur ce genre de phénomène, et contenant de nouvelles observations de l'auteur, a été faite, dans l'une des réunions tenues à Metz par l'Association scientifique de France. M. Schuster, savant physicien de cette ville, est l'auteur de cet exposé.

M. Schuster propose d'appeler *dialyse* le passage des gaz à travers les substances solides, et *occlusion*, le fait de

Digitized by Google

l'absorption des gaz dans les matières solides qui les retiennent plus ou moins longtemps emprisonnés.

Suivant M. Schuster, quand un gaz est condensé à l'intérieur d'un corps solide et s'y trouve à l'état de concentration, la chaleur s'élève par le fait de cette condensation, et les affinités chimiques du gaz se trouvent exaltées. C'est ainsi que se produisent des combinaisons qui n'auraient pas lieu dans les circonstances ordinaires. Telle est, par exemple, la combinaison des gaz oxygène et hydrogène, accompagnée d'une explosion violente, qui survient quand on introduit dans ce mélange un fragment de platine spongieux. La combinaison chimique des mêmes gaz qui se fait spontanément dans les pores du charbon de bois, s'explique encore de la même manière.

Il est maintenant bien établi que les métaux peuvent être traversés par certains gaz. L'expérience du tube d'acier qui laisse transpirer le gaz hydrogène, expérience due à MM. Saint-Claire Deville et Troost, est devenue classique, car on la répète dans tous les cours de physique.

M. Cailletet explique par la pénétration des gaz provenant du foyer des fourneaux de forge les *soufflures* qui se produisent dans les pièces de grandes dimensions, telles que les plaques destinées au blindage des vaisseaux.

D'après M. Margueritte, c'est en absorbant de l'oxyde de carbone que le fer se change en acier dans les caisses de cémentation. L'oxyde de carbone cède la moitié de son carbone au métal, passe à l'état d'acide carbonique et réapparaît à la surface métallique, où il rencontre un excès de charbon. Il est alors ramené à l'état d'oxyde de carbone, absorbé de nouveau, et ainsi de suite indéfiniment. Il fait ainsi, en quelque sorte, la navette du charbon au fer, en apportant à ce dernier l'élément nécessaire à son aciération.

Si l'oxyde de carbone est absorbé par le fer et dépossédé d'une partie de son carbone par ce métal, ce même gaz ne se comportera plus de la même manière vis-à-vis de la fonte, corps déjà riche en carbone. Il pourra pénétrer

Digitized by Google

dans la fonte, la traverser, puis enfin l'abandonner sans se décomposer.

C'est en s'appuyant sur ces faits que l'on a été conduit à admettre le passage de l'oxyde de carbone à travers les parois de la fonte rougie, et par conséquent à proclamer le fait de l'insalubrité des poêles de fonte. L'oxyde de carbone que les parois d'un poêle de fonte peuvent laisser filtrer est, en effet, un gaz très-délétère. Sur la demande de M. le général Morin, MM. Sainte-Claire Deville et Troost firent des expériences pour déterminer la proportion d'oxyde de carbone qui peut traverser un poêle de fonte, et ils constatèrent le passage du gaz oxyde de carbone à travers le métal; seulement la proportion de ce gaz leur parut très-faible.

Outre ces questions d'utilité pratique se rattachant à l'industrie ou à l'hygiène, l'étude de l'*occlusion* des gaz dans les métaux a jeté un nouveau jour sur un point très-important des théories de la physique.

Depuis longtemps les chimistes sont d'accord pour regarder l'hydrogène comme un métal, malgré son état gazeux. Les considérations suivantes viennent à l'appui de cette opinion : 1° l'hydrogène est un corps bon conducteur de la chaleur; 2° il peut être déplacé de ses combinaisons par certains métaux, et réciproquement il peut en déplacer aussi plusieurs; 3° son *protoxyde* (l'eau) se comporte comme une base vis-à-vis des acides.

A ces preuves de la nature métallique de l'hydrogène, M. Graham est venu en ajouter d'autres, tirées du phénomène de l'occlusion de ce gaz dans le palladium. Le palladium peut absorber des quantités considérables de gaz hydrogène, soit qu'on le chauffe dans une atmosphère de ce gaz et qu'on l'y laisse refroidir ensuite, soit qu'on le place au pôle négatif d'un voltamètre en activité.

Or le palladium ainsi uni à l'hydrogène présente tous les caractères d'un alliage. Il a l'éclat, la dureté, la ténacité, la conductibilité électrique et calorifique propres aux métaux. Bien plus, le palladium chargé d'hydrogène est

Digitized by Google

aussi magnétique que s'il était imprégné d'une dissolution d'un sel de fer, tandis qu'il l'était très-peu auparavant. Le magnétisme, à un certain degré de développement, est une qualité qui n'appartient guère qu'à une classe de métaux, tels que le fer, le nickel, le cobalt, le chrome et le manganèse. C'est à côté d'eux, sous ce rapport, qu'il faudrait ranger le métal dont l'hydrogène serait la vapeur, et que M. Graham appelle l'*hydrogenium*.

M. Graham a encore appliqué l'étude de l'occlusion des gaz à une question d'astronomie physique. Il a cru pouvoir invoquer ce fait pour prononcer sur la nature des corps gazeux qui existent dans certaines planètes ou dans les espaces interplanétaires.

On a reconnu que le fer météorique de Lenarto contient environ trois fois son volume d'hydrogène. Or cette absorption n'a pu se faire ni dans notre atmosphère, ni dans les espaces interplanétaires; mais, d'un autre côté, la présence de l'hydrogène dans les étoiles fixes a été constatée grâce à l'examen spectral de la lumière de ces astres, par MM. Huggins et Miller. C'est, d'après le P. Secchi, l'élément principal d'une classe d'étoiles dont α de la Lyre est le type. Le fer météorique nous arriverait donc des régions stellaires, chargé de l'hydrogène qu'il aurait absorbé à des distances infinies du globe que nous habitons.

On sent quelle importance prennent ces idées, et combien il est intéressant de voir de simples phénomènes physiques, assez obscurs par eux-mêmes, recevoir des applications si brillantes, et qui ne vont à rien moins qu'à déterminer la composition chimique des astres qui composent l'univers.

18

Perfectionnement apporté aux observations thermométriques, par M. Hervé-Mangon.

Les thermomètres des observatoires météorologiques ne peuvent donner des indications exactes qu'à la condition

Digitized by Google

d'être placés en plein air à une certaine distance de toute habitation. On doit donc sortir de son bureau pour faire la lecture de ces instruments. Cette obligation est fort pénible quand le temps est mauvais ou froid, et surtout pendant la nuit. Aussi est-on obligé, dans la plupart des observatoires, de réduire le nombre des observations, et souvent de supprimer celles de la nuit, pour ne pas rendre trop pénible la tâche de l'observateur. M. Hervé-Mangon a cherché à rendre la lecture des thermomètres ordinaires plus facile, et par suite plus sûre, en donnant le moyen de la faire la nuit aussi bien que le jour sans sortir de son bureau.

Les tiges de nos thermomètres d'observation sont trop fines et leurs divisions trop déliées pour que l'on puisse les lire à 40 ou 50 mètres à l'aide de lunettes d'approche, même assez fortes. M. Mangon a surmonté cette difficulté d'une manière très-simple. En plaçant le thermomètre à peu près au foyer principal d'une grande lentille commune (dite d'optique), on peut le lire à de grandes distances, à l'aide de la moindre lunette et même à l'œil nu.

Les observations thermométriques diurnes peuvent se faire ainsi de l'intérieur de l'observatoire, en disposant convenablement la lentille et le thermomètre.

Restait à éclairer l'instrument pour les observations nocturnes, sans obliger l'observateur à se déplacer. Pour y parvenir, M. Mangon emploie un thermomètre dont la tige est un véritable tube de Geissler. En envoyant dans ce thermomètre, au moment voulu, de l'intérieur de l'observatoire, le courant d'une très-petite bobine d'induction, la tige s'illumine intérieurement, et permet de distinguer avec une netteté parfaite le sommet de la colonne de mercure, les divisions et les chiffres gravés sur le verre. En employant un courant très-faible, tel que celui d'une pile à bichromate dont le zinc ne plonge que de quelques millimètres, l'échauffement, pendant la durée d'une observation, est tout à fait inappréciable.

Digitized by Google

19

Action de la lumière solaire sur le verre.

On a remarqué depuis longtemps que certains verres, primitivement sans couleur, ont pris, après un certain temps d'exposition au soleil, la couleur violette; on cite un cas où le verre a pris une couleur d'or. Faraday a fait des observations à ce sujet, et il a remarqué qu'un verre d'une couleur violette prend une couleur plus intense après 8 mois d'exposition à l'action lumineuse. Durant 20 années d'expériences dans le commerce du verre à vitres, M. Graffield, de Boston, avait rencontré peu de cas de cette nature; ils étaient attribués à un défaut de qualité. Plus récemment il eut connaissance d'un changement de couleur survenu dans des glaces de première qualité, et c'est ce qui a provoqué les utiles expériences dont il a adressé le compte rendu à la Société photographique de Marseille.

M. Graffield passe successivement en revue des verres de diverses provenances, de diverses qualités, et les modifications plus ou moins rapides qu'ils subissent sous l'influence de la lumière. Il signale des altérations très-sensibles, même au bout d'une seule journée d'exposition au soleil.

Le verre joue dans l'art photographique un rôle trop important pour que l'on n'étudie pas sérieusement ses propriétés diverses : il s'agit surtout des verres dont on fait des lentilles et de ceux dont on forme les clichés photographiques. Selon l'auteur, les verres verts sont ceux qui lui ont paru les moins susceptibles de se modifier. Des tableaux photographiques envoyés par lui représentent des séries de tons obtenus, dans l'unité de temps, sur du papier positif à travers des verres de divers pays et de diverses couleurs.

Digitized by Google

20

Le béryl proposé pour confectionner les étalons du mètre.

Il est question, avons-nous dit dans le chapitre *Astronomie*, de réunir une commission internationale, pour procéder à la fabrication d'un mètre étalon à l'usage de toutes les nations des deux mondes. Quelle est la substance avec laquelle on pourrait fabriquer cet étalon universel? Il faudrait une matière qui conservât toujours la même longueur dans tous les climats, malgré les différences de température. Il faudrait que les nouveaux mètres étalons fussent faits d'une substance qui, par sa composition chimique, par sa constitution moléculaire, par son coefficient de dilatation, présentât toutes les garanties d'homogénéité. Cette substance pourrait être le béryl, que M. Fizeau a étudié sous le rapport de la dilatation. Le béryl se dilate positivement dans une direction normale à l'axe, et se contracte dans la direction suivant l'axe; il existe donc une direction intermédiaire où la dilatation est nulle. C'est dans cette direction que l'on pourrait tailler le béryl, pour en faire des étalons qui auraient toujours la même longueur dans tous les climats indifféremment.

M. Henry Soleil, qui a mis en avant cette idée, dans une note adressée à l'Académie, rappelle qu'on voyait à l'Exposition de 1867, dans la vitrine de M. Froment Meurice, un buste de l'Empereur, d'environ 15 centimètres de hauteur, qui avait été taillé dans un bloc très-pur de béryl. Peut-être pourrait-on en retrouver de semblables, bien qu'en général le béryl ne se rencontre qu'en échantillons très-petits. Par un travail optique de précision, on arriverait à exécuter des règles de béryl qui ne subiraient aucune dilatation et pourraient dès lors servir à représenter le mètre sous toutes les latitudes.

Digitized by Google

MÉTÉOROLOGIE.

I

Les aurores boréales en 1869.

L'aurore boréale est un phénomène météorologique assez rare dans nos régions tempérées, mais très-fréquent aux latitudes élevées, dans les contrées polaires. Le Dr Hjaltalin, qui s'est livré pendant longtemps à l'observation des aurores, en a compté plus de trois cents en Islande dans l'espace de cinq ans. Encore en a-t-il omis beaucoup de petites, soit qu'il ne les ait pas observées, soit qu'elles lui aient paru de trop peu d'importance.

Les aurores boréales se sont montrées pourtant cette année avec quelque abondance dans l'Europe centrale, et même dans l'Europe méridionale. Au mois de février 1869, un reste languissant de quelqu'une de ces aurores polaires qui interrompent si souvent les longues nuits des froides et sombres régions arctiques, fut aperçu à l'observatoire de Moncalieri.

« Le soir du 14 février 1869, écrit M. Denza, directeur de cet observatoire, on remarqua à 10 h. 30 m. environ, et sous un ciel serein, une lumière inaccoutumée dans la région nord. Cette lumière, d'un rouge clair, était semblable à celle qu'on voit parfois avant l'apparition de la pleine lune. Son intensité crut jusqu'à 11 h. 15 m. La lumière s'étendit du nord-nord-ouest jusqu'au nord-est, s'éleva jusqu'à 35 degrés au-dessus de l'horizon; puis sa clarté s'effaça lentement, et à une heure du matin tout avait disparu. »

Digitized by Google

En France, ce spectacle splendide n'avait pas été vu depuis le 21 octobre 1864. Mais en 1869 ce phénomène magnifique a pu être observé plusieurs fois.

La première aurore eut lieu le 15 avril, vers huit heures du soir. Elle fut visible non-seulement à Paris, mais dans une partie de la France et de la Belgique. Beaucoup de relations en ont été adressées à l'Académie des sciences.

Une note sur ce phénomène a été présentée à la Société météorologique par M. Sonrel. C'est d'après ce physicien que nous résumerons les faits relatifs à l'aurore du 15 avril, observée à Paris.

C'est vers huit heures du soir qu'une lueur blanchâtre, lavée de rouge en quelques points, annonça, vers le nord, le commencement de ce phénomène céleste. En même temps trois faisceaux de rayons inégalement distants les uns des autres, et semblables à ceux que produirait une lumière électrique dirigée vers le ciel, apparaissaient assez nettement. Un quatrième faisceau parut bientôt, puis un cinquième. Ces faisceaux convergeaient comme les méridiens d'une sphère dont le pôle serait bien au-dessous de l'horizon. La région brillante du ciel se terminait assez nettement, vers l'horizon, à un arc au-dessous duquel le ciel était sensiblement noir, a peu près à 15 degrés au-dessus de l'horizon.

La nuit n'était pas encore venue, les couleurs étaient encore légèrement fondues dans une teinte générale d'un gris blanchâtre.

On ne voyait que de rares nuages dans les couches basses, mais des nuées légères extrêmement élevées, distribuées en zones, convergeaient vers le nord magnétique, et formaient des rangées parallèles vivement éclairées. Les nuages inférieurs ne participaient pas à l'illumination de l'atmosphère sur laquelle se détachait leur masse d'un gris sombre, légèrement teinté de brun rouge à la partie inférieure par les lumières de Paris. Les nuages supérieurs étaient assez transparents pour qu'on commençât, à travers leur masse, à apercevoir quelques étoiles.

Digitized by Google

A mesure que l'obscurité augmentait, les teintes s'accentuaient davantage. Vers huit heures et demie, on voyait au-dessus du segment obscur un arc éclatant de blancheur, d'où partaient, en se fondant avec lui, de grandes franges rouges. Ces franges s'étendaient jusque dans le voisinage de l'étoile polaire.

Le soleil s'était couché derrière un épais rideau de brumes qui obscurcissaient l'horizon du côté de l'ouest et du nord-ouest. Ces brumes, s'élevant petit à petit, gagnèrent en même temps du terrain du côté du nord.

Vers neuf heures et demie, de gros nuages, teints de rouge à leur base, traversèrent le ciel de Paris de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est. Dans les éclaircies, le ciel était assez foncé, on voyait bien les étoiles. Vers le nord-nord-ouest, on apercevait une teinte blanc-verdâtre au-dessus du segment obscur désigné ci-dessus. On voyait toujours les étoiles à travers l'aurore; elles commençaient même à scintiller extraordinairement, surtout du côté de l'ouest, où les brumes, devenues de plus en plus sombres, s'élevaient lentement et s'étendaient à peu près jusqu'à vingt degrés de l'horizon. Elles cachaient les étoiles dans cette partie du ciel.

Vers dix heures, les teintes devinrent plus faibles; elles diminuèrent considérablement vers onze heures. A partir de ce moment, le phénomène lumineux s'affaiblit considérablement et finit par disparaître.

Nous n'avons pas besoin de dire que l'aiguille aimantée fut profondément troublée pendant la durée de l'aurore boréale. Cette perturbation est le signe nécessaire, inévitable, de ce beau phénomène naturel, et les lignes télégraphiques, à partir de huit heures du soir, étaient devenues, dans la plus grande partie de la France, hors d'état de servir à la transmission des dépêches. A ce signe seul, on aurait pu déclarer, sans regarder le ciel, qu'il existait une aurore dans la région du Nord.

Les perturbations de l'aiguille aimantée ont été notées à Paris, à Stockholm, à Greenwich et jusqu'à Livourne.

Digitized by Google

M. Quetelet, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, a adressé à la Société météorologique le détail des observations magnétiques et météorologiques faites à cette occasion. L'aurore boréale a été visible à Bruxelles; elle y a présenté sensiblement les mêmes caractères qu'à Paris, avec des recrudescenses qui correspondaient aux mêmes heures, autant que la différence du ciel dans les deux stations a permis de le juger.

En France, cette aurore boréale a été observée dans plusieurs localités. M. Émile Comte décrit ainsi le phénomène, dans les environs d'Amiens :

« A dix heures du soir, une remarquable aurore boréale illumine tout le nord-ouest. On a commencé à l'apercevoir vers huit heures; des bandes de 3 à 8 degrés de largeur, d'un beau rouge rosé et violacé, s'élancent de l'horizon vers le ciel et atteignent jusqu'à 60 ou 70 degrés d'altitude; elles présentent une intensité très-variable de lumière et de force de projection. Parfois presque immobiles, les rayons pâlissent et semblent presque disparaître pour s'élancer de nouveau en gerbes brillantes.

« L'aurore s'est presque éteinte vers neuf heures, puis s'est de nouveau montrée vers neuf heures et demie et dix heures avec une nouvelle force. Peu à peu les bandes se sont effacées, et à dix heures quarante-cinq minutes il ne restait plus d'autres traces de ce splendide phénomène qu'une illumination du nord-ouest comparable à l'éclat d'un beau clair de lune. Le temps avait été très-orageux dans la seconde partie de la journée. »

L'aurore a été également vue dans le département de Loir-et-Cher.

Une lettre écrite par M. Cruzel, de Vergnassade, près de Montelar (Lot-et-Garonne), constate que l'illumination a été aperçue jusque dans le midi de la France.

« Après une journée de pluie, dit M. Cruzel, par delà la région ouest, le ciel était éclairci et les étoiles brillaient d'un vif éclat, quand une belle aurore boréale, d'un rouge irisé, s'est montrée vers huit heures dans l'espace compris entre Cassiopée,

Digitized by Google

et la tête du Dragon, à égale distance de la Petite Ourse et de l'horizon. Le milieu de l'aurore, qui se développait *horizontalement*, a été, pendant environ deux minutes, occupé par une bande lumineuse d'un jaune assez éclatant et *perpendiculaire* à l'horizon. Plus tard, l'aurore s'étant portée un peu plus vers l'ouest, une nouvelle bande lumineuse, plus étroite, s'est montrée pendant un instant. A huit heures trente minutes, tout était revenu à l'état normal. On n'a donc eu que la première phase du phénomène dans le Lot-et-Garonne. »

M. Lau de Lusignan, au château de Lau, département du Gers, a vu l'aurore. M. Lau de Lusignan écrit à ce sujet :

« Dans la soirée du 15 avril, le temps a paru vouloir revenir au beau. Le ciel est devenu plus pur; cela a permis d'apercevoir, dans la direction du nord franc, une aurore boréale, qui malheureusement a été de courte durée. Elle a débuté par deux colonnes de feu se dressant sous l'horizon; puis une teinte rougeâtre s'est étendue en forme d'arc dans cette région du ciel. Elle n'a pas tardé à s'effacer. Le phénomène a eu lieu vers sept heures trente minutes ou sept heures quarante-cinq minutes du soir. »

M. Rayet, l'un des astronomes de l'Observatoire impérial de Paris, en communiquant à l'Institut les observations qui précèdent, fait remarquer que les aurores boréales semblent être plus fréquentes cette année qu'elles ne l'avaient été pendant les années précédentes. Déjà, en effet, dans les nuits du 3 et du 9 avril, on avait observé deux aurores au nord de l'Europe.

« Ces trois aurores, dit M. Rayet, se sont produites dans des circonstances météorologiques identiques; elles ont coïncidé avec un changement brusque du temps, avec l'apparition de dépression barométrique sur la mer du Nord ou les côtes de Norvége, et, par conséquent, avec l'arrivée d'une bourrasque. Le 1er avril, le vent souffle de l'ouest ou de l'ouest-nord-ouest en Écosse et sur les côtes de Norvége; le baromètre est à 762 millimètres à Nairn. Le 2, au matin, une baisse de 16 millimètres se produit en Écosse, le vent est, dans cette

Digitized by Google

région, du sud-est, ou du sud-sud-ouest, et les courbes isobares indiquent l'existence d'une bourrasque au nord-ouest de l'Écosse. Le 3, la dépression barométrique est située sur la mer du Nord. Dans la nuit du 2 au 3, une aurore avait été observée en Suède, à Stockholm et Hernœsand. Les 4, 5 et 6, la dépression barométrique marche vers l'est et disparaît. Le temps redevient calme sur le nord-ouest de l'Europe.

Du 7 au 8 et au 9, une baisse barométrique au nord de la Suède et à Pétersbourg, suivie, le 10, d'une hausse très-rapide, indique le passage d'une bourrasque dans l'extrême nord de l'Europe. Une aurore est observée à Stockholm dans la nuit du 8 au 9.

Du 10 au 13, les pressions sont assez fortes et le temps calme sur l'Irlande et l'Écosse. Entre le 14 et le 15, le baromètre baisse de 10 millimètres à Valentia, et la physionomie des courbes indique l'approche d'une bourrasque. Le 16, un centre de dépression bien limitée se trouve sur l'Angleterre. On sait que la nuit du 15 au 16 a été signalée par une aurore. Les jours suivants, la bourrasque marche au sud-est. »

Cette coïncidence des aurores boréales avec les changements de temps est un fait assez remarquable en lui-même. En compulsant les ouvrages des auteurs qui ont traité cette question, M. Rayet a trouvé que cette même coïncidence avait déjà frappé quelques physiciens. Théodore de Saussure, par exemple, nous apprend que les habitants des îles Orcades considèrent les aurores comme les avant-coureurs du mauvais temps. M. Rayet a plusieurs fois constaté, depuis son entrée à l'Observatoire, le rapport qui existe entre l'apparition des aurores et le passage des bourrasques. La première relation de ce genre fut observée par M. Rayet en 1865, et depuis il a fait de nombreuses remarques du même genre. Selon lui, toutes les perturbations magnétiques de quelque importance constatées à l'Observatoire de Paris ont coïncidé avec le passage de quelque bourrasque sur les côtes de France.

Dans un mémoire récent des *Transactions philosophiques*, l'astronome anglais M. Airy a prouvé que les perturbations de l'aiguille aimantée sont toujours précédées par des courants électriques d'une certaine intensité.

Digitized by Google

M. Rayet n'hésite pas à conclure de ces faits que les aurores boréales dépendent d'une certaine rupture de l'équilibre physique de notre atmosphère.

Nous venons de voir que plusieurs physiciens admettent la coïncidence des aurores boréales avec les changements de temps, les fortes pressions barométriques et l'annonce des bourrasques. Un autre académicien, M. Sainte-Claire Deville, va plus loin. Il croit que ce phénomène doit influer sur la température terrestre, et bien plus, comme nous allons le voir, sur la santé publique.

Après avoir fait remarquer que dans nos climats il existe un rapport frappant entre les variations de la pression atmosphérique et les variations de la température, M. Sainte-Claire Deville dit qu'une aurore boréale doit, en général, être accompagnée d'une variation brusque dans la température. C'est ce qui s'est produit très-nettement dans nos climats du 4 au 19 avril. M. Sainte-Claire Deville cite à ce propos les relevés thermométriques faits pour cet intervalle de temps dans plusieurs stations d'observation météorologique.

Poussant ce raisonnement plus loin, M. Sainte-Claire Deville ajoute que ces brusques variations dans la température ne paraissent pas avoir été sans influence sur la santé publique, si l'on en juge par les relevés que l'auteur emprunte au *Weekly Return*, publié à Londres. D'après les chiffres que cite M. Sainte-Claire Deville, le nombre des décès constatés à Londres pendant la semaine qui correspond à l'aurore boréale du 15 avril, aurait dépassé de 75 le nombre moyen des décès qui avaient été constatés pour la semaine précédente.

M. Sainte-Claire Deville a pu, grâce à l'obligeance du chef du bureau de statistique de la préfecture de la Seine, se procurer la liste des décès constatés à Paris pendant les sept mêmes jours d'avril. Ce nombre s'élève à 982. Or, le nombre moyen des décès pour la même semaine, que l'auteur extrait du *Bulletin de statistique municipale*, publié, pour les quatre dernières années, par les ordres de M. le

Digitized by Google

préfet de la Seine, est de 952. Le sens de la variation a donc été le même à Paris qu'à Londres.

Enfin, M. Sainte-Claire Deville fait remarquer que le milieu d'avril est une des dates que l'on assigne aux retours périodiques d'étoiles filantes. Le savant secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Bruxelles, M. Quételet, dans un mémoire qu'il a publié sur les catalogues d'étoiles filantes, montre, en effet, qu'il y a d'assez bonnes raisons de croire qu'il existe des rapports de périodicité entre les aurores boréales et les étoiles filantes. « Ces rapprochements, ajoute M. Quételet, ne prouvent sans doute pas que les étoiles filantes et les aurores boréales doivent être rangées dans une même classe et ont une même origine; mais on peut raisonnablement supposer que les causes qui amènent les unes peuvent favoriser la naissance des autres. »

Tels sont les rapprochements faits par M. Sainte-Claire Deville entre le phénomène des aurores boréales et les variations de la température, variations qui auraient elles-mêmes pour conséquence une influence sur la santé publique. Ces idées sont sans doute ingénieuses, mais les données sur lesquelles elles reposent sont trop vagues pour qu'on puisse faire autre chose que de les consigner ici, en en laissant la responsabilité à leur auteur. Les aurores boréales et les étoiles filantes, bien que passant fort au delà des limites de notre atmosphère, exercent sans doute quelque influence sur notre globe, mais il y aurait quelque témérité à vouloir préciser la nature de cette influence, et surtout à vouloir en déduire immédiatement des conséquences applicables aux maladies de l'espèce humaine.

Une autre auréole boréale s'annonça, dans la soirée du 13 mai 1869, par une perturbation magnétique très-considérable, qui se manifesta à Paris, Greenwich, Bruxelles, Rome et Livourne. Cette même aurore fut visible à Londres, dans le nord de la France, à Paris et même à Trieste.

Digitized by Google

Nous allons résumer les phases diverses du phénomène d'après les notes envoyées à l'Académie par MM. Rayet, Frou, de Vougy, Zandyck, Comte et de Fonvielle.

Suivant M. Rayet, la perturbation magnétique a commencé vers deux ou trois heures de l'après-midi. Les aiguilles d'inclinaison placées dans le méridien magnétique éprouvaient des mouvements brusques ; la déclinaison, dont la moyenne normale est de 18°10′ environ, atteignait à quatre heures 18°30′,1 ; à cinq heures, elle était descendue à 18°19′,2. Puis la déclinaison décrut insensiblement jusque vers minuit, au-dessous de la moyenne normale.

Pendant la première partie de la soirée, le ciel fut très-nuageux ; il s'éclaircit vers dix heures 15 minutes. L'illumination de l'aurore commença à se montrer à dix heures trente minutes dans la région nord-nord-ouest du ciel. A onze heures, trois rayons d'une teinte rosée très-nette partent du nord-ouest, du nord-nord-ouest et du nord-nord-est, et vont se réunir au zénith, produisant dans cette partie du ciel une clarté rougeâtre, semblable, dit M. Frou, à la lueur des aigrettes dans l'azote raréfié.

Les rayons des régions ouest et nord-est s'affaiblirent les premiers ; puis vinrent ceux du nord-est et du nord. Au nord-ouest le phénomène était encore sensible. A onze heures vingt-cinq minutes une faible reprise a lieu vers le nord magnétique ; à onze heures trente-trois minutes, trois raies un peu éclairées se séparent des brumes de l'horizon. A onze heures quarante-cinq minutes l'aurore boréale était complétement éteinte.

Les observations de M. de Vougy, directeur général des lignes télégraphiques françaises, établissent que des courants continus se sont produits le 13 mai sur les fils télégraphiques aboutissant à Paris. Les courants atmosphériques qui se mêlaient à ces courants terrestres en ont fait varier sensiblement l'intensité et ont empêché d'en déterminer la direction d'une manière positive ; cependant la ligne que le phénomène paraît plus probablement avoir

Digitized by Google

suivie est celle du sud au nord. Les fils les plus affectés ont été ceux de Bordeaux, de Lyon, de Strasbourg et du Havre. Le travail a été impossible de neuf heures à minuit, heure à laquelle les courants perturbateurs ont cessé.

Cette même aurore boréale a été observée à Dunkerque, par M. Zandyck, le même jour, à onze heures du soir. A ce moment, s'éleva au nord de Dunkerque une lueur rougeâtre et bientôt cette partie du ciel devint comme embrasée. En même temps une teinte vert émeraude se détachait brutalement du foyer. Le phénomène cessait à minuit un quart.

M. Ém. Comte, d'Albert (Somme), qui a également observé cette aurore, a constaté le 13 mai, à dix heures cinquante minutes du soir environ, une forte lueur d'un beau rouge de carmin dans la direction du nord-ouest, à travers le voile d'une couche de nuages. Quelques éclaircies ont permis néanmoins à l'observateur de constater l'intensité de la lueur et sa grande étendue dans le sens vertical, puisqu'elle enveloppait η de la Grande Ourse et atteignait ainsi le zénith. A minuit tout était terminé.

Le caractère général de la perturbation produite par l'aurore boréale du 13 mai a été une diminution d'environ trente minutes dans la déclinaison; les courants électriques terrestres étaient en majorité dirigés du sud au nord. A Bruxelles, d'après M. Quételet, des courants atmosphériques intenses ont été observés de sept heures à minuit.

Des courants spontanés très-énergiques ont été produits pendant l'aurore du 13 mai dans le fil de Troydon et dans celui de Darford. Les oscillations des deux magnétomètres paraissent avoir été synchrones, sans qu'il soit possible de dire lequel des deux a éprouvé les plus vives oscillations. La production de ces courants spontanés expliquerait très-bien, d'après M. de Fonvielle, l'interruption signalée dans le service télégraphique par M. de Vougy.

L'aurore du 13 mai, comme celle du 15 avril, a coïncidé avec une forte perturbation atmosphérique. Le 12, le baromètre est à 770 millimètres en Irlande, à 760 en Es-

Digitized by Google

pagne; le 13 au matin, la pression tombe à 783 en Espagne; une dépression barométrique bien nette traverse la Péninsule, et la pluie est générale dans le sud-ouest de l'Europe.

Les perturbations atmosphériques qui accompagnèrent l'aurore d'avril avaient fait pressentir une connexion entre les orages magnétiques et les périodes de mauvais temps qui ont été constatées dans l'aurore de mai. Le refroidissement de l'air fut graduel depuis le 11 jusqu'au 14 mai et la température moyenne, qui était à Greenwich le 11 mai de 51°,5 Fahrenheit, était, le 14, de 48°,9; la température moyenne de ces quatre jours en 1869 est inférieure de 8°,17 Fahrenheit à la température moyenne semi-séculaire des mêmes jours à l'Observatoire royal d'Angleterre.

Le 5 septembre, M. Chapelas, ayant remarqué, à la faveur de quelques éclaircies, une teinte blanchâtre dans le ciel, qui au commencement de la soirée était alors très-nuageux, soupçonna l'apparition possible d'une aurore boréale et surveilla activement l'horizon. Vers onze heures quinze minutes, le ciel s'étant découvert, M. Chapelas constata, en effet, une aurore polaire, qui s'étendait depuis la constellation de la Couronne boréale jusqu'au delà de la tête de la Grande Ourse, ce qui fait 80° d'amplitude.

«Cette aurore, tout à fait partielle, dit M. Chapelas, ne s'élevait guère qu'à 25 ou 30 degrés au-dessus de l'horizon. Aussi n'a-t-elle dû être aperçue que dans les régions septentrionales. Il n'était, par conséquent, pas possible d'entrevoir les limites du petit arc.

A 11^h 52^m, cinq beaux rayons se dessinèrent nettement, dont quatre, d'un blanc très-brillant, présentaient à leur partie inférieure une teinte verte bien accentuée; le cinquième, situé à l'ouest-nord-ouest et s'élevant jusqu'à μ Hercule, offrait une couleur rose extrêmement délicate.

A 12 heures, les rayons avaient complétement disparu, pour faire place à une nébulosité verdâtre présentant une surface unie d'une assez grande étendue.

Digitized by Google

A $12^h\ 10^m$, un petit rayon, de 15 degrés de hauteur, apparaît encore au-dessous de la Grande Ourse, puis disparaît aussitôt; la matière s'étend et le phénomène se présente de nouveau sous la forme d'une vaste nébulosité blanche qui subsiste jusque vers $12^h\ 45^m$.

A 1 heure, l'aurore avait entièrement disparu; le ciel, magnifique à ce moment, avait repris sa teinte normale.

J'ajouterai en terminant que, comme toujours, les quelques nuages légers avoisinant le météore sont restés parfaitement obscurs, pendant toute la durée de l'apparition; et que, comme au 15 avril et au 18 mai dernier, le phénomène semble intimement lié aux grands mouvements atmosphériques. »

Une quatrième aurore boréale s'est manifestée à Paris le 6 octobre. M. Chapelas a signalé le premier ce phénomène.

« Vers 10 heures du soir, dit M. Chapelas, une clarté tout à fait anormale et parfaitement visible, malgré de nombreux stratus, illumina la partie nord-ouest du ciel. A 10 heures et demie, parut un large rayon d'un beau rouge s'élevant jusqu'à la tête du Dragon. A ce moment, le phénomène, concentré dans la direction du méridien magnétique, s'étendait entre η de la Grande Ourse et la constellation d'Hercule, avec environ 35° d'amplitude.

Cette aurore, tout à fait partielle et très-incomplète, puisque l'observation des arcs n'était pas possible, ne fut, jusqu'à $11^h\ 25^m$, heure de sa disparition, qu'une succession rapide, instantanée, de petits rayons rougeâtres, qui, s'effaçant aussitôt, donnaient naissance à des amas disséminés de matière diffuse, d'un beau vert tirant sur le bleu. Cette nuance, très-éclatante d'abord, était elle même remplacée aussitôt par une teinte rouge sang, très-remarquable et très-persistante.

Si le phénomène n'a pas été remarquable par son éclat, il a du moins présenté un grand intérêt par son mouvement de translation de l'ouest vers l'est, et par l'opposition que rencontraient les rayons au moment de leur formation. Il semblait, en effet, qu'un obstacle puissant, venant du sud et régnant à cette hauteur, vînt gêner l'aurore dans son extension verticale. »

Digitized by Google

2

Paris dans le ciel.

Dans la nuit du 14 décembre 1869, entre trois et quatre heures du matin, les personnes qui passaient sur les ponts et les quais, furent témoins d'un étrange phénomène.

Il faisait un beau clair de lune, mais la lune et le ciel étaient voilés par des nuages qu'on eût dit éclairés par la lumière d'une aurore boréale.

Tout le monde connaît le phénomène du *mirage*. C'est un effet de cette nature qui a frappé d'admiration pendant plus d'une heure les quelques personnes attardées par leurs plaisirs ou leurs affaires.

Paris, ses palais, ses monuments et son fleuve se montraient sur les nuages qui masquaient le ciel, mais renversés, comme cela aurait eu lieu si au-dessus de Paris on avait placé une immense glace. Le Panthéon, les Invalides, Notre-Dame, les palais du Louvre et des Tuileries, la Seine, les Champs-Élysées et leur grand palais, présentaient une image rosée d'un effet indescriptible.

Ce phénomène, analogue à celui que MM. Tissandier et Duruof aperçurent dans leur ascension aérostatique de Calais, ne peut s'expliquer que par la présence de couches d'air horizontales, douées d'un plus fort pouvoir réfringent que celles qui étaient placées au-dessous d'elles. C'est une nouvelle preuve à l'appui de cette assertion de M. Glaisher, de l'inversion presque continuelle pendant la nuit des lois admises par les astronomes dans le calcul des réfractions atmosphériques.

Digitized by Google

3

Mirage extraordinaire observé à Folkestone le 13 avril.

M. John Parnell, qui a observé ce curieux phènomène à Folkestone, dit qu'à 2 heures de l'après-midi, moment où il commença de se manifester, l'atmosphère était d'une transparence inaccoutumée, et que les côtes de France se voyaient depuis Calais jusqu'à plusieurs milles au delà de Boulogne, ville qui, étant située au-dessous de l'horizon, est invisible dans les circonstances ordinaires. Les rochers paraissaient si hauts et leurs dentelures étaient si distinctes qu'il ne semblait pas qu'ils fussent distants de plus de dix milles.

Au-dessous de l'image droite des côtes, il y avait une image renversée, d'une hauteur double de la première. Le phare du cap Gris-Nez donnait cinq images en ligne verticale; la plus basse, droite et un peu amplifiée. Au-dessus de Boulogne, il y avait deux images des doubles cheminées et du mât d'un remorqueur. La cathédrale, très-visible, ne donnait qu'une image. Vers le sud-ouest et au delà des côtes de France, on observait des lougres de pêcheurs, la coque en bas. Après trois heures, les vaisseaux situés entre l'observateur et l'horizon commencèrent à être atteints, insensiblement ils diminuèrent jusqu'à se réduire à la moitié de leur grandeur ordinaire, et la coque commença à s'élever, jusqu'à être presque aussi haute que longue, et à devenir très-visible, même à l'œil nu. En regardant alors vers Douvres, la jetée semblait complétement désorganisée; elle paraissait coupée longitudinalement par la moitié, la mer au milieu. Un navire qui entrait dans le port de Douvres était diminué de la moitié de ses dimensions verticales, mais allongé horizontalement.

Le capitaine Paul, du vapeur *Napoléon III*, qui traversait le canal de deux à quatre heures, affirme avoir vu Beachy-

Digitized by Google

Head pendant le passage, ce qui n'était jamais arrivé depuis les nombreuses années qu'il parcourt la route de Folkestone à Boulogne. A quatre heures, l'atmosphère était redevenue normale.

4

Les orages foudroyants en 1869.

Comme les années précédentes, la foudre a fait, en 1869, des victimes et produit des phénomènes bien singuliers. Nous allons citer ceux dont on a le plus parlé.

Le vendredi 7 mai, au camp de Châlons, le capitaine Lacroix, du 11e bataillon de chasseurs, a été tué par la foudre. Nous reproduisons ci-après la lettre de M. Reynaud adressée à M. le maréchal Vaillant, du camp de Châlons, le 10 mai 1869.

« Le capitaine Lacroix habitait une tente elliptique à raies bleues et blanches du campement.

La pluie tombait à torrents au moment où le coup de foudre a éclaté. Bien que la mort du capitaine n'ait été constatée que le lendemain matin, il ne peut pas y avoir d'erreur dans la désignation du coup dont il a été victime, parce que ce coup a été naturellement remarqué par tout le bataillon, eu égard à sa violence.

Il pleuvait du reste avec plus ou moins d'intensité depuis une heure environ, et la toile de la tente était complétement mouillée à l'extérieur.

Le capitaine était seul dans sa tente; on ne s'est aperçu de sa mort que le lendemain matin quand son ordonnance y est entrée comme d'habitude.

Le cadavre était couché la figure tournée vers le ciel, la main droite crispée tenant un bougeoir métallique, intact, serré contre sa poitrine. Le terrain portait, à l'emplacement des pieds, des traces circulaires indiquant clairement que le capitaine, debout et tourné vers la porte, le côté droit près de la toile de la tente, la cuisse droite près de la tête du lit en fer, est tombé à la renverse, en pirouettant.

Digitized by Google

Le capitaine était en pantalon d'uniforme, vêtu d'un paletot bourgeois et avait sur la tête son képi à trois galons. Il y avait un fusil de chasse enveloppé de serge et un sabre d'uniforme suspendus au montant de la tente le plus éloigné du capitaine, mais les armes ne paraissent pas avoir été atteintes par la foudre.

La tente était fermée et la porte en toile était bouclée au dedans et au dehors.

Il est facile de déterminer la marche suivie par le courant électrique et les différentes étincelles qui ont dû jaillir.

La tente elliptique est surmontée d'un faîtage garni à chaque extrémité d'un boulon en fer sous lequel est une garniture en cuir. Or le cuir du boulon Est est lacéré ; de cette déchirure part une ligne très-visible de 12 à 15 millimètres de largeur, le long de laquelle la couleur bleue des raies de la tente a été complétement détruite. Cette ligne descend à peu près suivant la direction de la plus grande pente, mais un peu en zigzag cependant, jusqu'au moment où elle rencontre une des coutures de la tente, couture qu'elle suit sur une longueur de 40 centimètres ; puis elle abandonne brusquement la couture et va rejoindre presque directement un trou qui existe actuellement à l'emplacement qu'occupait une des boucles extérieures de la tente. Deux autres trous se sont produits ; ils correspondent l'un à la base de la lanière de cuir qui entrait dans la boucle, et l'autre à la base de la lanière qui porte une boucle intérieure ; celle-ci n'a pas été enlevée, mais seulement décousue en partie. La boucle extérieure, au contraire, a été retrouvée en dehors, projetée à vingt-trois pas de la tente, et la lanière qui entrait dans la boucle a été coupée en deux à l'endroit où elle traversait celle-ci, et sa base projetée sur le fauteuil dans la tente. Les morceaux de toile enlevés correspondant à ces trous ont été réduits en charpie qui s'est répandue en duvet dans la tente.

A ces trois traces de la tente paraissent correspondre trois traces de brûlures sur le front du cadavre : l'une, principale, s'étend sur le côté droit de la tête, sur le cou, l'épaule, le bras et une partie de l'avant-bras sur une largeur de 15 centimètres ; elle se rétrécit en contournant le bras en spirale vers l'intérieur et s'arrête au coude.

Le képi du capitaine est complétement brûlé, tous les galons effilochés, les deux boutons de la fausse jugulaire sont complétement désargentés, le fil de fer circulaire qui se trouve dans l'intérieur du képi a sa soudure fondue. La montre, qui était

Digitized by Google

dans la poche droite du gilet, est arrêtée à $7^h\ 53^m$; elle présente sur le boîtier une trace de fusion de 1 1/2 millimètre de diamètre. Le porte-monnaie, qui était dans la poche droite du pantalon, n'offre aucune trace de l'accident; mais le cadavre présente, à la cuisse droite, une meurtrissure qui semble provenir d'un choc donné par le porte-monnaie; la partie inférieure du cadavre ne présente aucune trace de la foudre; les bottes sont parfaitement intactes; au contraire la chemise, le paletot et le haut du pantalon jusqu'à la poche sont entièrement brûlés le long de la trace indiquée sur le cadavre. La couverture du lit présente aussi des brûlures très-accusées. Le lit en fer, près duquel se trouvait debout le capitaine (probablement à une dizaine de centimètres au plus) au moment de l'accident, porte à peu près à hauteur du porte-monnaie sept ou huit petites traces très-visibles de fusion; à hauteur du coude, sur la partie supérieure de la tête du lit, il y a aussi quelques traces, très-petites, de fusion. Enfin, de l'autre côté du lit, à l'endroit où il est le plus rapproché de la toile de la tente (10 centimètres), le lit montre des traces très-évidentes de fusion, et la toile présente une quinzaine de petits trous analogues à des piqûres de grosse épingle. Ils sont situés à peu près verticalement au-dessous du point où la trace sur la tente dont nous avons parlé plus haut, quitte la couture par un coude brusque pour se jeter vers la boucle.

Il paraît démontré d'après cela que le chemin parcouru par l'électricité est le suivant : le boulon du faîtage, la toile de tente suivant la trace qui en est restée, la boucle extérieure, la tête du capitaine et le képi galonné, distant de 6 à 10 centimètres seulement de la toile de la tente au moment de la décharge électrique, le bras droit, puis, d'un côté, une étincelle rejoignant le lit, d'autre part une étincelle rejoignant la montre, le corps, le porte-monnaie, le lit. Il est probable qu'une partie de l'électricité a gagné directement le lit pour s'écouler dans le sol au moment où l'autre s'est dirigée vers la boucle en quittant la couture suivie d'abord.

Outre le capitaine Lacroix, victime de l'accident, trois autres personnes ont ressenti les effets du coup de foudre.

Un lieutenant et son ordonnance occupés à boucler la porte d'une tente située à 8 mètres au sud de la tente foudroyée, ont été violemment séparés, éblouis, et ont senti, disent-ils, un pétillement dans les yeux.

Dans une tente située à 12 mètres au nord-est, sous le vent de l'orage, un lieutenant, couché tout habillé sur son lit, s'est

Digitized by Google

senti soulever tout d'une pièce et est retombé sans éprouver d'ailleurs aucun mal.

La tente du Conseil, située à 12 mètres de celle du capitaine Lacroix et plus élevée que toutes les autres, n'a nullement souffert; elle était ornée d'un fer de lance à chacune des extrémités de son faite. »

Un effet singulier d'un coup de foudre, par choc en retour, fut porté à la connaissance des savants, dans la séance de l'Académie des sciences du 29 juin. Ce jour-là, on voyait sur le bureau de la docte assemblée, quoi?... Une botte!

Qu'avait donc de particulier cette chaussure, pour être ainsi exhibée en plein Institut? Elle était privée de ses clous! C'est peu de chose pour une botte d'être privée de ses clous; mais voici où cette circonstance vulgaire prend quelque intérêt scientifique. Il s'agit du singulier effet du phénomène foudroyant connu sous le nom de *choc en retour*.

Le sieur Devaux, employé à la Compagnie du gaz, se trouvait, le dimanche 8 juin, rue Thouin, à dix heures du soir, pendant l'orage, lorsqu'il se sentit affaissé sur lui-même, au moment où il apercevait un brillant éclair. Il tomba sur ses genoux, éprouva une forte oppression dans l'estomac et fut en proie à un tremblement général. Le blessé entra chez un débitant de liqueurs, pour demander du vulnéraire.

Encore en proie à une vive émotion, il examina son corps, pour voir s'il n'avait reçu aucune blessure. Quelle ne fut pas sa surprise quand il s'aperçut que la plus grande partie des clous de ses bottes avaient été enlevés! Ces clous étaient à vis et les bottes presque neuves.

Quand on examina les bottes, on vit avec surprise qu'elles étaient privées de leurs clous, comme si un ouvrier s'était occupé de les retirer, avec l'attention de n'endommager en rien la chaussure.

M. le maréchal Vaillant, à propos de cette communication, a rappelé qu'il y a quelques années un événement

Digitized by Google

semblable arriva dans le bois de Vincennes. L'homme fut foudroyé et ses souliers lancés à quelque distance.

L'effet produit est dû au phénomène appelé en physique *choc en retour*. Quand un individu se trouve sous l'influence d'un nuage fortement électrisé, et que la foudre éclate à une certaine distance, il peut être foudroyé lui-même, par la recomposition immédiate des deux électricités contraires, l'une positive passant par la terre, l'autre négative traversant le corps de l'individu.

C'est là un de ces accidents bizarres auxquels la foudre nous a habitués; mais il est rare qu'ils se produisent par l'action indirecte du choc en retour, et c'est ce qui fait l'intérêt de l'observation communiquée le 29 juin à l'Académie.

Un autre orage qui éclata le 13 juillet 1869, à $6^h\,45^m$ du soir, au pont de Kehl, près Strasbourg, eut des suites plus funestes que le précédent. C'était un orage sec; quelques gouttes de pluie tombaient à peine au moment de la fulguration. D'après les détails envoyés par M. Tourdes à l'Académie des sciences, un marronnier d'une hauteur assez faible, situé sur le bord du fleuve, a été foudroyé. Trois militaires étaient assis au pied de cet arbre.

La foudre est tombée de haut en bas, sous forme d'un sillon lumineux; elle a effleuré l'arbre, laissant de faibles traces aux feuilles et au pied du tronc. Mais les soldats, assis sur un banc placé sous l'arbre, ont été renversés en même temps, l'un des hommes est mort sur le coup, le second quelques minutes après; le troisième a survécu.

Le survivant, rappelé à ses sens, ne se souvient pas d'avoir été foudroyé; il en a été quitte pour la peur.

Quant aux deux soldats tués, leurs vêtements offraient des déchirures irrégulières, les unes avec brûlure, les autres sans trace de combustion. Les cils, les sourcils, la moustache, la barbe et les cheveux, étaient brûlés. Les lésions produites par la foudre consistent en brûlures, avec érosion, destruction de l'épiderme, dessèchement du derme,

Digitized by Google

formation de plaques parcheminées. Un pied seul offrait des phlyctènes, à la face plantaire, au-dessus de la semelle, dont les clous étaient arrachés.

Les objets en métal que portaient les deux soldats foudroyés présentent des traces de l'action de la foudre. Un fourreau de sabre et un couteau ont été fortement aimantés, ce que l'on a constaté au moyen de la boussole.

« La foudre, dit M. Tourdes, a frappé de haut en bas les deux militaires qui ont succombé, perçant la visière du schako et brûlant les cheveux et les poils de la face; chez l'un, le fluide électrique a longé le côté gauche du corps et est sorti par le fourreau du sabre; chez l'autre, elle a sillonné le côté droit et est sortie par la chaussure dont une quinzaine de clous étaient arrachés. Le militaire survivant a été frappé de côté, à la partie inférieure du tronc; l'étincelle quittant le fourreau de sabre de son voisin, a frappé le couteau placé dans la poche du pantalon, a contusionné en ce point la cuisse, et, traçant en arrière un long sillon, a rejoint à gauche le fourreau de sabre qui porte quelques traces de fusion, puis s'est perdue sans faire d'autres blessures. »

Les victimes ne présentaient aucune lésion mécanique; on eût dit qu'elles avaient été asphyxiées.

Le coup de foudre du 13 juillet 1869 a paru assez digne d'intérêt au point de vue scientifique, pour que M. Hugueny, professeur de physique du lycée de Strasbourg, ait cru devoir en faire le sujet d'un mémoire étendu, qui a paru dans les *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Strasbourg*, sous ce titre : *Le coup de foudre de l'île du Rhin*, accompagné de planches et de tableaux. Cette véritable monographie d'un simple accident météorologique est un modèle en son genre.

Digitized by Google

5

La couleur du ciel et la polarisation de l'atmosphère.

M. Tyndall, le savant chimiste anglais, a publié, dans une note présentée à la Société royale de Londres, une série d'expériences sur la lumière des nuages artificiels. Il a exécuté ensuite les mêmes expériences dans une de ces conférences où de nombreux auditeurs viennent recueillir la parole des maîtres de la science.

Le sujet traité par M. Tyndall est une tentative d'explication de la cause de la polarisation de la lumière du ciel et de sa couleur bleue, deux questions qui jusqu'à présent ont beaucoup préoccupé les météorologistes, et qui étaient pour eux à peu près des énigmes.

Voici, d'une manière succincte, le résumé des expériences de M. Tyndall.

L'appareil avec lequel opère ce physicien, consiste en un tube de trois pieds environ de longueur et de deux et demi à trois pouces de diamètre intérieur, pouvant être rempli d'une vapeur quelconque. Cette vapeur y est introduite de la manière suivante : le vide étant fait dans le tube à l'aide de la machine pneumatique, on ouvre le robinet d'un bocal contenant le liquide sur la vapeur duquel on veut expérimenter. Ce bocal communique avec l'extérieur par un second orifice; de sorte que l'air entrant dans le bocal traverse le liquide en bouillonnant et se rend dans le tube d'expérience, chargé de la vapeur du liquide qu'il a traversé.

M. Tyndall fait ensuite traverser le tube plein de cette vapeur par un faisceau de lumière électrique, jusqu'à ce que l'activité ou l'indifférence de la substance enfermée dans le tube se soit manifestée. Car la lumière agit sur les vapeurs, et le but du savant anglais c'est de rendre visible cette action chimique.

Pour cela, il a choisi des substances dont l'un au moins

Digitized by Google

des produits de décomposition par la lumière soit assez peu volatil pour *se précipiter* aussitôt sa formation. En graduant la quantité de vapeur, autrement dit en variant son degré de raréfaction, cette précipitation peut être obtenue à tous les degrés de ténuité; les particules formées peuvent être assez lumineuses pour être visibles à l'œil nu, ou tellement petites, qu'elles échapperaient aux plus forts grossissements de nos microscopes. M. Tyndall ne doute pas qu'on ne puisse obtenir ainsi des particules dont le diamètre serait une très-petite fraction de la longueur d'onde de la lumière violette.

« Dans tous les cas, dit M. Tyndall, où les vapeurs employées, quelle qu'en soit la nature, sont suffisamment atténuées, l'action visible commence par la formation d'un *nuage bleu*. Il importe de bien spécifier ce que j'entends par ce terme. Le nuage bleu dont je parle ici est complétement invisible à la lumière ordinaire du jour. Pour être vu, il faut que tout ce qui l'entoure soit dans l'obscurité, et que lui seul soit éclairé par un puissant faisceau de lumière. Ce nuage bleu diffère, sous plusieurs rapports importants, des nuages ordinaires les plus délicats, et l'on pourrait dire, avec quelque justesse, qu'il tient un rang intermédiaire entre ces derniers et la véritable vapeur transparente.

Cette explication donnée, je pense qu'on ne pourra pas se méprendre sur le terme *nuage*, *nuage naissant*, que j'emploierai. »

Suivant M. Tyndall, la vapeur du composé liquide est une masse de molécules dans un état de mouvement incessant. Chaque molécule est un groupe d'atomes qui sont dans un état perpétuel de vibration; mus par les deux forces d'attraction et de répulsion, ils oscillent autour de leur position d'équilibre. Aussi, lorsqu'on fait traverser cette vapeur par un faisceau de rayons de lumière, les ondes lumineuses se heurtent aux atomes et aux molécules, et accélèrent leur mouvement au point de changer parfois leur distribution et de former ainsi un composé nouveau. Pour que l'expérience soit nette, il faut, comme nous l'avons dit

Digitized by Google

plus haut, que ce nouveau composé *se précipite* aussitôt qu'il est formé.

Les substances les plus favorables à la manifestation de ce phénomène sont la benzine, le sulfure de carbone, le nitrite d'amyle, le nitrite de butyle, l'iodure d'amyle, l'iodure d'isopropyle, et plusieurs autres encore.

Nous prendrons, avec M. Tyndall, le nitrite de butyle comme exemple, pour indiquer les moyens à employer en vue des meilleurs résultats.

Il convient de faire remarquer qu'une vapeur qui, seule ou mélangée avec de l'air, n'éprouve pas de modification par l'action de la lumière, peut, au contact d'autres gaz ou d'autres vapeurs, produire une réaction qui parfois est très-violente. On connaît l'expérience, devenue classique, et qui est faite dans tous les cours, qui consiste à faire un mélange, dans des proportions convenables, d'hydrogène et de chlore, et à exposer le flacon qui le renferme à l'action des rayons solaires : une détonation violente ne tarde pas à se faire entendre; le flacon vole en éclats, et il s'est formé quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Il se passe quelque chose de semblable, moins la violence, pour l'acide carbonique : diffusé dans l'atmosphère, il résiste à l'action de la lumière solaire, tandis qu'il se décompose quand il arrive au contact de la chlorophylle dans les parties vertes des plantes.

Revenons à l'expérience. Dans le tube où le vide avait été fait préalablement, M. Tyndall introduisit de l'air qui avait passé, bulle à bulle, au travers du nitrite de butyle liquide. Ce mélange, exposé à l'action de la lumière, produisit, au bout de quinze minutes, une légère action visible.

Le tube ayant été vidé, fut rempli de nouveau, mais cette fois d'une demi-atmosphère d'air mélangé de la même vapeur et d'une autre demi-atmosphère d'air qui avait passé à travers de l'acide chlorhydrique du commerce. On projeta le faisceau lumineux dans le tube, et immédiatement un nuage épais se précipita sur le passage du faisceau. Ce

Digitized by Google

nuage, d'abord *bleu*, passa si rapidement au blanc, que l'on peut presque dire que l'action fut instantanée. Observé perpendiculairement à son axe, le nuage dense présentait à peine quelques traces de polarisation. Regardé obliquement, la polarisation était forte.

On recommença l'expérience, mais en employant de l'air et des vapeurs plus raréfiées. On introduisit d'abord de l'air mélangé de nitrite de butyle, dont la somme des pressions ne dépassait pas $\frac{1}{300}$ d'atmosphère; puis on ajouta de l'air qui avait traversé de l'acide chlorhydrique, jusqu'à ce que la tension fût de trois pouces.

Un faisceau de lumière électrique ayant été projeté au travers du mélange, on vit bientôt se former le long de la trace du faisceau un nuage d'une superbe couleur bleue, pouvant rivaliser avec le plus beau ciel d'Italie, et qui conserva sa teinte assez longtemps pour permettre l'observation des phénomènes.

En regardant ce nuage à travers un prisme de Nichol, on constata que la lumière émise par lui, perpendiculairement à l'axe du tube, était *complétement* polarisée; le plan de polarisation était parallèle à cet axe. En se condensant, le nuage passa graduellement à une teinte bleue blanchâtre, et pendant quelque temps, en le regardant normalement au travers du gypse, on observait des couleurs extrêmement brillantes. Mais lorsque, par l'action prolongée de la lumière, le nuage fut devenu plus épais et plus blanc, il cessa d'émettre peu à peu de la lumière polarisée, dans une direction perpendiculaire à son centre, tandis que cet effet continuait à ses deux extrémités. Mais le nuage, qui n'émettait plus de lumière polarisée normalement, en émettait toujours dans des directions obliques, et présentait de vives couleurs quand on le regardait obliquement au travers de la sélénite. La direction du maximum de polarisation change donc avec la texture du nuage.

En employant de la vapeur de nitrite de butyle à un état de raréfaction plus grand encore, on obtient un nuage d'un bleu aussi beau et plus durable.

Digitized by Google

Les expériences que nous venons de décrire, répétées avec une foule d'autres substances, donnent, dans tous les cas, naissance à un nuage, qui est bleu au commencement de sa formation, invisible à la lumière ordinaire du jour, mais que l'on aperçoit s'il est éclairé sur un fond obscur. Dans tous les cas aussi, ce beau nuage bleu polarise complétement le faisceau qui l'illumine, dans une direction perpendiculaire à l'axe du faisceau éclairant. En regardant un de ces nuages à travers un prisme de Nichol, pendant dix ou quinze minutes après sa première apparition, on peut éteindre la vive lumière qui en émane; mais il faut pour cela que la longue diagonale du prisme soit verticale, si l'on regarde horizontalement. Puis lorsque le bleu de ciel tourne graduellement au blanc par la formation de particules de plus grande dimension, en d'autres termes, lorsqu'un nuage véritable, dans l'acceptation ordinaire de ce mot, commence à se développer, la polarisation décroît, et une portion de la lumière traverse le prisme dans toutes ses positions. Cette partie, dans la position du minimum de transmission, est bleue, tandis que la lumière plus blanche du nuage est éteinte; ce qui semble prouver que les particules, trop grosses pour polariser le bleu, polarisent complétement la lumière de moindre réfrangibilité.

Quand la texture du nuage est devenue assez grossière pour être comparable à celle d'un nuage ordinaire, la rotation du prisme de Nichol cesse d'avoir un effet sensible sur la qualité de la lumière émise normalement.

L'expérience suivante montre combien est parfaite la polarisation dans une direction perpendiculaire au faisceau éclairant. Le même tube rempli par le nuage déjà mentionné fut exposé à l'action d'une lumière polarisée. Pour cela, un prisme de Nichol, assez large pour laisser passer le faisceau entier de la lampe électrique, fut placé entre celle-ci et le tube expérimental. « On projeta alors, dit M. Tyndall, le faisceau polarisé dans le tube; j'étais placé au devant, l'œil à la hauteur de l'axe, tandis que mon assistant, M. Cottrell, occupait une position semblable derrière

Digitized by Google

le tube. La courte diagonale du grand prisme de Nichol a été d'abord placée verticalement, le plan de vibration du faisceau lumineux était donc aussi vertical. L'action de la lumière produisit lentement un superbe nuage bleu visible pour mon assistant aussi bien que pour moi. Mais ce nuage, si facile à voir quand on l'observait dans la position indiquée, *disparaissait complétement lorsqu'on regardait verticalement de haut en bas ou de bas en haut.* Dans cette direction, le nuage ne réfléchissait pas. »

En faisant tourner lentement le grand prisme de Nichol autour de son axe, l'œil de l'observateur étant placé au niveau du faisceau éclairant et le rayon visuel dirigé perpendiculairement sur lui, on obtenait une extinction complète de la lumière émise horizontalement quand la longue diagonale du prisme de Nichol était placée verticalement. Mais alors, en regardant d'en haut ou d'en bas, on voyait ce nuage d'un bleu vif.

Cette expérience, réellement très-belle, a été suggérée à M. Tyndall par M. le professeur Stokes.

Toutefois M. Tyndall n'a pu obtenir la vapeur d'eau à cet état de division extrême auquel il a amené la benzine, le sulfure de carbone, le nitrite d'amyle ou de butyle, etc. La polarisation du faisceau réfléchi par le nuage naissant était toujours perpendiculaire au rayon incident; d'où il suit que l'angle de polarisation était de 45°, comme pour la lumière du soleil polarisée par le ciel. Or d'après Sir John Herschell, l'indice de réfraction correspondant à un angle de polarisation de 45° est égal à l'unité, qui est précisément l'indice de réfraction de l'air.

Il semble donc résulter de ce qui précède que la lumière du jour provient de la réflexion des rayons solaires sur l'air, et non sur des particules liquides; les globules ou vésicules de vapeur agissent comme des gaz et non comme des substances liquides.

La cause de la polarisation de l'atmosphère et de sa couleur bleue sont deux questions que M. Tyndall a toujours eu en vue de résoudre. L'expérience a montré que le bleu

Digitized by Google

du ciel n'est causé par aucune matière colorante. L'explication suivante lui paraît la plus raisonnable. Les ondes lumineuses qui traversent le tube ont des longueurs fort différentes ; les unes sont infiniment petites et on peut supposer que celles-là sont arrêtées d'abord par les particules nuageuses qui se forment. Telles sont les ondes bleues, qui sont les plus courtes du spectre visible. Elles sont donc les premières réfléchies par le nuage au moment de sa plus grande raréfaction. Les autres ondes sont successivement arrêtées à mesure que les particules deviennent plus grosses, c'est-à-dire à mesure que le nuage devient de plus en plus comparable à un nuage ordinaire.

Nous avons dit déjà que la lumière émise par le nuage bleu était entièrement polarisée dans un plan perpendiculaire au faisceau lumineux. La lumière bleue du ciel est également polarisée. C'est ce que M. Tyndall constata parfaitement un jour qu'il était monté au haut de Primrose-Hill. Ayant examiné avec un prisme de spath d'Islande la lumière du ciel et la teinte neutre des nuages au moment du coucher du soleil, il trouva que la lumière du ciel était transmise sous un certain angle par le prisme, mais qu'elle était éteinte sous un autre angle. Le ciel et les nuages n'offraient pas la même polarisation, car M. Tyndall pouvait voir dans son prisme des nuages obscurs avec un fond de ciel éclairé ou bien des nuages éclairés avec un ciel obscur. C'était perpendiculairement à la direction des rayons solaires qu'avait lieu le maximum de polarisation. L'expérience du tube prouve qu'il suffit de la présence de très-petites particules de vapeurs dans l'atmosphère pour produire la coloration bleue du ciel et la polarisation de la lumière diffuse.

En réalité, cette question est fort ardue ; plus on l'étudie, plus on rencontre de difficultés. Espérons cependant que d'autres physiciens suivront la voie tracée par M. Tyndall, et que les difficultés seront résolues.

Digitized by Google

6

Le sirocco à Naples.

Le continent africain envoie fréquemment sur les côtes méditerranéennes de l'Europe des vents soufflant par rafales violentes, et dont quelques-uns portent la sécheresse et la chaleur des déserts du Sahara. C'est le *mistral* qui souffle souvent en Provence, et qui est un vent du nord-ouest; c'est le *sirocco*, vent du sud-est, qui se fait sentir assez souvent à Naples.

Le sirocco est un vent brûlant, qui dessèche tout sur son passage, dont la durée varie entre 14 et 20 jours, et dont la violence atteint son maximum vers le mois d'avril. Le Napolitain, toujours court-vêtu, appelle en hiver, de tous ses vœux, le sirocco, qui est son seul calorifère.

Le mercredi matin 10 mars, le sirocco s'annonça à Naples par de violentes rafales, par une nébulosité qui lui est propre et qui ressemble à un léger brouillard; le baromètre marquait 637 millimètres, de larges gouttes de pluie qui tombaient laissaient des traces boueuses à l'endroit de leur chute. Vues de près, ces taches avaient quelque ressemblance avec l'empreinte que donnerait une eau ferrugineuse.

Une feuille de papier préalablement mouillée et exposée au vent fut couverte, au bout de quelques minutes, de petits grains rougeâtres, d'une grosseur microscopique.

Ces débris appartiennent au sable du Sahara, car, en Sicile, où le sirocco passe avant d'arriver à Naples, la terre ne contient point de sable semblable.

Déjà le savant micrographe Ehrenberg avait pu, avec le microscope, retrouver à Berlin des traces de ces débris que le sirocco enlève aux plaines brûlantes du désert africain.

Digitized by Google

7

Présence de l'eau oxygénée dans l'atmosphère.

Les circonstances suivantes portèrent M. Struve à rechercher s'il n'y avait pas dans l'atmosphère du nitrite d'ammoniaque en suspension. Occupé à faire des analyses chimiques de l'eau de la rivière Kusa, M. Struve était frappé de la présence dans cette eau d'une certaine quantité de nitrite d'ammoniaque, dont il ne constatait l'existence qu'après chaque chute de neige ou de pluie. Mais quelque temps après il était impossible de découvrir même la plus petite trace de cette substance. M. Struve pensa donc que le nitrite d'ammoniaque existait dans l'atmosphère et qu'il avait été entraîné par la neige ou la pluie. Il entreprit des recherches sur cette question, et c'est dans le courant de ces recherches qu'il fit l'intéressante découverte de la présence de l'eau oxygénée dans l'atmosphère.

M. Struve tire de ses recherches les conclusions suivantes :

1. L'eau oxygénée se forme dans l'atmosphère, comme l'ozone et le nitrite d'ammoniaque, et se sépare de l'atmosphère par les dépôts atmosphériques.

2. L'ozone, l'eau oxygénée et le nitrite d'ammoniaque, se trouvent toujours dans un rapport intime.

3. Les altérations que l'air atmosphérique fait subir aux papiers ioduro-amidonnés sont dues à l'ozone et à l'eau oxygénée.

4. L'eau oxygénée ne décompose pas l'iodure de potassium.

5. L'acide carbonique décompose l'iodure de potassium.

6. En présence de l'acide carbonique et de l'eau oxygénée, l'iodure de potassium est changé en carbonate de potasse et en iode libre.

7. L'oxyde de plomb est le réactif le plus sensible pour

Digitized by Google

découvrir les moindres traces de l'eau oxygénée, par sa transformation en peroxyde de plomb.

Les conclusions de M. Struve sont en désaccord avec les expériences de Schœnbein et de M. Houzeau. Souhaitons que l'attention des chimistes et des météorologistes se porte sur ce fait nouveau, et fasse disparaître l'incertitude due aux résultats contraires des observateurs que nous venons de citer.

8

Le bourdonnement électrique des montagnes.

Le 22 juin 1867, M. Henri de Saussure partit de Saint-Moritz (Grisons) pour escalader le Pic-Sarley, montagne composée de roches cristallines, et qui a 3200 mètres d'altitude environ. Le ciel était chargé de vapeurs, et vers une heure du soir, les voyageurs furent assaillis par un grésil fin, clairsemé, en même temps que des giboulées analogues enveloppaient la plupart des aiguilles environnantes, et qu'une forte averse de pluie fondait sur la vallée de Saint-Moritz.

A une heure et demie, le grésil devenant plus serré et le sommet du pic étant atteint, les voyageurs se disposèrent à prendre leur repas, après avoir appuyé leurs bâtons ferrés contre une petite pyramide en pierres sèches, qui couronne la cime de la montagne.

« Presque au même instant, dit M. de Saussure, j'éprouvai dans le dos, à l'épaule gauche, une douleur fort vive, comme celle que produirait une épingle enfoncée lentement dans les chairs, et, quand j'y portai la main sans rien trouver, une douleur analogue se fit sentir à l'épaule droite. Supposant que mon pardessus de toile contenait des épingles, je le jetai; mais, loin de me trouver soulagé, je sentis que les douleurs augmentaient, envahissant tout le dos, d'une épaule à l'autre : elles étaient accompagnées de chatouillements, d'élancements douloureux,

Digitized by Google

comme ceux qu'aurait pu produire une guêpe qui se serait promenée sur ma peau en me criblant de piqûres. Otant à la hâte mon second paletot, je n'y découvris rien qui fût de nature à blesser les chairs.

« La douleur, qui persistait toujours, prit alors le caractère d'une brûlure. Sans y réfléchir davantage, je me figurai, sans pouvoir l'expliquer, que ma chemise de laine avait pris feu, et j'allais donc jeter le reste de mes vêtements, lorsque notre attention fut attirée par un bruit qui rappelait les stridulations des bourdons. C'étaient nos trois bâtons, qui, appuyés au rocher, *chantaient* avec force, émettant un bruissement analogue à celui d'une bouilloire dont l'eau est sur le point d'entrer en ébullition. Tout cela pouvait avoir duré quatre ou cinq minutes.

« Je compris à l'instant que mes sensations douloureuses provenaient d'un écoulement électrique très-intense qui s'effectuait par le sommet de la montagne. Quelques expériences improvisées sur nos bâtons ne laissèrent apercevoir aucune étincelle, aucune clarté appréciable de jour; ils vibraient avec force dans la main et rendaient un son très-prononcé; qu'on les tînt dirigés verticalement, la pointe de fer soit en haut soit en bas, ou bien horizontalement, les vibrations restaient identiques, mais aucun bruit ne s'échappait du sol.

« Le ciel était devenu gris dans toute son étendue, quoique inégalement chargé de nuages. Quelques minutes après, je sentis mes cheveux et les poils de ma barbe se dresser en me faisant éprouver une sensation analogue à celle qui résulte d'un rasoir passé à sec sur des poils raides. Un jeune Français qui m'accompagnait s'écria qu'il sentait se dresser tous les poils de sa moustache naissante et que, du sommet de ses oreilles, il partait des courants très-forts. En élevant la main, je sentais des courants non moins prononcés s'échapper de mes doigts. Bref, une forte électricité s'échappait des bâtons, habits, oreilles, cheveux, et de toutes les parties saillantes de nos corps.

« Un seul coup de tonnerre se fit entendre vers l'ouest dans le lointain. Nous quittâmes la cime de la montagne avec une certaine précipitation, et nous descendîmes une centaine de mètres. A mesure que nous avancions, nos bâtons vibraient de moins en moins fort, et nous nous arrêtâmes lorsque leur son fut devenu assez faible pour ne plus être perçu qu'en les approchant de l'oreille. »

M. H. de Saussure fut témoin d'un autre cas d'écou-

Digitized by Google

lement de l'électricité par le sommet des montagnes, lorsqu'il visita, il y a plusieurs années, le Nevado de Toluca, au Mexique ; mais ici le phénomène avait plus d'intensité encore, comme on pouvait s'y attendre, puisqu'il se passait sous les tropiques, à une altitude d'environ 4500 mètres.

De ce qu'il a vu et d'autres cas semblables rapportés par les voyageurs, M. de Saussure conclut que l'écoulement de l'électricité par les rochers culminants se produit toujours par un ciel chargé de nuages bas, enveloppant les cimes, en passant à une faible distance au-dessus d'elles, mais sans qu'il y ait des décharges au-dessus du lieu où se produit l'écoulement, ce qui donnerait à supposer que cet écoulement soulage assez la tension électrique pour empêcher la foudre de se former.

Il est également constant que, dans ces circonstances, une giboulée de grésil enveloppe le sommet de la montagne ; d'où cette supposition assez fondée, que l'écoulement continu de l'électricité du sol vers les nuages n'est pas étrangère à la formation du grésil et probablement aussi à celle de la grêle.

Ce phénomène, que M. de Saussure appelle *le bourdonnement électrique des montagnes*, se montre assez rarement dans les hautes régions. Mais il faut ajouter qu'on n'est guère à même d'en constater la fréquence, parce qu'il paraît précisément dans les journées où le sombre aspect du ciel éloigne les voyageurs des hauts sommets.

9

Modification du climat de l'isthme de Suez par l'arrivée des eaux de la mer.

Les observations météorologiques faites dans l'isthme de Suez, et dont les résultats ont été discutés avec talent par M. Rayet, mettent en évidence l'influence qu'ont déjà

Digitized by Google

exercée sur le climat de cette contrée les travaux pour le percement de l'isthme. L'arrivée de la mer dans le lac Timsah et dans le bassin des *lacs amers*, la circulation de l'eau au milieu de ces plaines de sables, jusque-là arides et dénudées, ont modifié les conditions climatériques de cette région de l'Afrique, dans un sens avantageux à l'existence humaine, c'est-à-dire en abaissant un peu sa température et augmentant sensiblement le nombre de jours de pluie, autrefois si rares dans ces déserts.

Les recherches de M. Rayet sur le climat de l'isthme de Suez présentent un intérêt tout particulier au moment de l'ouverture toute récente du canal maritime.

La météorologie de l'Égypte a été jusqu'à ce jour à peu près inconnue. Ce n'est que dans ces dernières années, c'est-à-dire depuis 1866, que des observations régulières de la température et de l'état du ciel ont été faites, par les soins de M. de Lesseps. Trois observatoires météorologiques ont été établis le long du canal maritime : l'un à Port-Saïd, sur la Méditerranée ; l'autre au milieu de l'isthme, sur la côte nord du lac Timsah ; le troisième, à Suez, sur la mer Rouge. Les instruments, baromètres, thermomètres, psychromètres et pluviomètres, étudiés et vérifiés à Paris avant leur expédition en Égypte, ont été installés par les ingénieurs du canal, dans des conditions bien déterminées et propres à assurer l'exactitude des observations. Dans les trois stations on fait six observations séparées par un intervalle de trois heures, depuis six heures du matin jusqu'à neuf heures du soir.

Les observations résumées par M. Rayet comprennent une période de deux années, du 1er juin 1866 au 31 mai 1868. Comme les phénomènes climatériques sont fort réguliers en Égypte, la discussion des observations faites dans cette période doit donner des résultats très-rapprochés de la vérité.

Le fait dominant qui résulte des observations faites dans l'isthme de Suez, c'est une modification, faible peut-être mais assurément très-sensible, qui s'est produite dans l

Digitized by Google

climat de cette contrée, et qui a certainement pour cause l'arrivée de la mer dans le lac Timsah et dans le bassin des *lacs amers*, et, par suite, la création de deux immenses nappes d'eau dans une région où il n'existait, il y a quelques années, que quelques bas-fonds où l'eau du Nil arrivait à l'époque des crues extraordinaires.

Cette modification est déjà devenue sensible à plusieurs égards. D'après l'ensemble des témoignages recueillis sur les lieux mêmes, auprès des anciens employés de la Compagnie de Suez, les pluies sont aujourd'hui beaucoup plus fréquentes qu'il y a cinq ou six ans, et des brouillards épais se produisent fort souvent le long du canal. Le 1er octobre 1868, M. Rayet, naviguant sur le lac Timsah, vers le lever du soleil, a rencontré un brouillard qui aurait pu rivaliser avec ceux de Paris et de Londres.

Le caractère le plus frappant du climat de l'Égypte, celui qui en fait le mieux ressortir la physionomie, c'est la prédominance bien tranchée des vents de la région nord sur les vents de toutes les autres directions. Les trois stations dans lesquelles on a fait les observations météorologiques présentent à cet égard quelques différences sur lesquelles insiste M. Rayet, et qu'il développe dans le tableau annexé à son mémoire.

La conséquence de ce régime habituel des vents, c'est la grande pureté du ciel et la faible humidité de l'air dans la station moyenne. Au milieu de l'isthme, à Ismaïlia, sur la côte nord du lac Timsah, on compte à peine, en hiver, une douzaine de jours de ciel complétement couvert. En été, il n'y a pas un seul jour couvert, et pendant trente ou trente-cinq jours presque consécutifs, le ciel reste imperturbablement beau et sans nuages. A Suez, dans la même période de trois mois d'été, on ne compte pas moins de soixante-quinze jours de beau temps absolu. En hiver, le nombre de jours couverts n'est, en moyenne, que de deux. Pord-Saïd possède un ciel variable ; les nuages y sont fréquents, mais, en général, ils se dissipent rapidement.

La température moyenne annuelle est plus élevée à Suez

Digitized by Google

qu'à Port-Saïd, comme cela doit résulter de la position plus équatoriale de Suez; mais cet excès thermométrique provient de la chaleur très-grande des mois d'été, car en hiver il fait plus froid à Suez qu'à Port-Saïd. La sérénité constante du ciel permet des minima relativement fort bas, et la température moyenne du jour s'en trouve abaissée d'autant. A Pord-Saïd, au contraire, le rayonnement est plus faible et les températures moins extrêmes.

M. Rayet s'est appliqué à faire ressortir le caractère continental des climats des deux stations de Suez et d'Ismaïlia, et, au contraire, le caractère marin du climat de Port-Saïd. La formation de la glace est inconnue sur les bords de la Méditerranée, tandis que tous les ans il gèle de deux à trois fois à Ismaïlia et à Suez.

Les observations faites dans l'isthme de Suez n'embrassent qu'une durée de deux ans. Il est donc difficile d'en tirer des conclusions bien précises. Cependant le fait d'un certain abaissement de température et d'une augmentation notable des jours de pluie paraît établi avec évidence. La civilisation et l'industrie, en s'introduisant dans la solitude et l'aridité des déserts africains, sont appelées, on le voit, à modifier leurs conditions climatériques.

10

Phosphorescence de la mer.

On regarde généralement la phosphorescence de la mer comme propre aux régions tropicales. Cependant ce beau phénomène est bien plus fréquent sur nos côtes qu'on ne le croit généralement. M. Decharme, professeur au lycée d'Angers, a observé plusieurs fois cet état phosphorescent de la mer sur les côtes de la Bretagne. Bien plus, il croit qu'il existe une relation entre ce phénomène et les grandes perturbations atmosphériques. Dans un intervalle de vingt jours, c'est-à-dire du 9 septembre 1869 au 29 du même

Digitized by Google

mois, M. Decharme a vu trois fois les vagues phosphorescentes sur les côtes de la Bretagne. L'effet lumineux était particulièrement intense dans la soirée du 9 septembre, qui fut suivie d'un orage violent et de tempêtes qui éclatèrent du 10 au 15 du même mois.

M. Decharme, dans une communication adressée à l'Académie des sciences, a décrit la phosphorescence de la mer, qu'il a observée, le 9 septembre, entre Saint-Nazaire et le Croisic.

Après une journée assez chaude et par un vent très-faible du sud, la mer parut phosphorescente dès sept heures et demie du soir. A neuf heures, le phénomène avait atteint un grand éclat et présentait un spectacle admirable. Quoique la nuit ne fût pas obscure, on distinguait à 200 ou 300 mètres de distance la lueur phosphorescente, lorsque les vagues venaient se briser contre la jetée. Le ciel était orageux à l'est, où des éclairs lointains brillaient par intervalles à l'horizon.

La marée était descendante. Le sable humide de la plage, près de la surface ou en dessous, même à la distance de 3 ou 4 mètres au-dessus de la zone envahie récemment par les flots, contenait de nombreux points phosphorescents. La pression de ce sable à la main ou sous les pieds le rendait étincelant. En agitant l'eau avec la main, on apercevait des centaines de points brillants qui remontaient insensiblement à la surface du liquide. Enfin, on remarquait de temps en temps, à 30 ou 40 centimètres de profondeur, sous la vague, des points phosphorescents isolés, fixes et d'une étendue assez considérable relativement aux autres points hors de l'eau.

M. Decharme ayant recueilli, dans un flacon de verre, l'eau de la mer, le flacon paraissait entièrement lumineux lorsqu'on l'agitait. Après quelques instants de repos, la surface seule et la partie vide du vase restaient phosphorescentes, puis quelques secondes après tout rentrait dans l'obscurité pour briller par le plus léger ébranlement de la table sur laquelle le flacon était posé. Pendant toute la soirée

Digitized by Google

du 9 septembre, il était impossible de tenir à la main ce flacon sans qu'il se produisît au moins un cordon brillant et circulaire contre la paroi, à la surface du liquide.

Cette eau de mer, ainsi conservée dans un flacon bouché, est restée phosphorescente (par agitation) pendant près d'un mois; mais le nombre des points lumineux, la vivacité et la durée de leur éclat sont allés en diminuant de jour en jour. Le 7 octobre, elle donnait encore des signes de phosphorescence après un voyage de quarante lieues, c'est-à-dire après une agitation prolongée.

On sait aujourd'hui que la phosphorescence de la mer est due à la présence au sein de l'eau d'animalcules, qui émettent une lumière propre. Les animalcules qui brillaient ainsi dans l'obscurité étaient très-rapprochés les uns des autres, très-petits, et à peu près sphériques. Ils étaient assez gros pour être visibles, dans le jour, avec un petit microscope grossissant quarante fois en diamètre. Ils apparaissaient alors comme de petites lentilles de 2 à 4 millimètres, plus diaphanes au centre que vers la périphérie.

A son retour à Angers, le 1er octobre, M. Decharme a vainement cherché à voir ces infusoires avec un microscope d'un plus fort grossissement; presque tout était décomposé, on ne voyait plus que des amas globulaires de très-petits œufs de poissons. Néanmoins, il restait encore quelques points phosphorescents que l'auteur n'a pu saisir et mettre sous le microscope.

Après avoir décrit ce phénomène si remarquable pour nos climats, M. Decharme arrive à la coïncidence, vraiment singulière, de ce même phénomène avec les perturbations atmosphériques.

Le 9 septembre, vers minuit, c'est-à-dire au moment où l'eau de la mer paraissait particulièrement phosphorescente, un orage accompagné de violentes bourrasques éclata soudainement. Il fut précédé d'un coup de tonnerre extrêmement fort. La foudre tomba dans le voisinage, et des éclairs très-vifs continuèrent de briller presque sans inter-

Digitized by Google

ruption. Le vent souffla encore avec violence pendant quelques heures, et la mer devint très-forte.

Cette perturbation atmosphérique coïncidant avec la phosphorescence de la mer, pendant la nuit du 9 au 10 septembre, fut suivie de tempêtes terribles. Celle de la nuit du 11 au 12 dura douze heures sans interruption au Poulinguen, et l'on sait qu'elle a occasionné de grands désastres sur les côtes de la Manche, en Angleterre et en France.

Le 27 du même mois, la journée ayant été assez chaude, et le ciel couvert de nuages très-considérables, dépourvus toutefois d'un caractère orageux, M. Decharme observa la mer dès le commencement de la nuit. Il reconnut qu'elle était phosphorescente, mais à un degré incomparablement plus faible que précédemment. Le lendemain, le ciel resta couvert durant tout le jour.

Enfin, le 29, la mer fut encore phosphorescente un peu plus que le 27. Le lendemain 30, à midi, un orage assez fort éclatait.

Dans les trois cas qui viennent d'être relatés, l'intensité de la phosphorescence de la mer a été en parfait rapport avec la proximité et la violence de l'orage correspondant, dont elle a été le signe précurseur non équivoque. Sans prétendre tirer de là une conclusion générale, l'auteur fait cependant remarquer qu'en dehors des trois dates précitées, il n'y eut ni phosphorescence, ni orage, ni changements de temps notables dans la localité ou dans le voisinage.

M. Decharme recommande l'examen attentif de l'eau de la mer sous le rapport de la phosphorescence comme devant fournir des données utiles à la météorologie. Il croit qu'on pourrait trouver dans les observations de ce genre une sorte de pronostic du temps et spécialement un signe précurseur des orages. Il fait remarquer que la cause de la phosphorescence de la mer est permanente, et que le phénomène ne varie que dans son intensité. En effet, si l'on prend de l'eau de mer un jour quelconque où elle ne pa-

Digitized by Google

raisse pas phosphorescente à la plage, on y trouve en tout temps (du moins dans la saison chaude, saison des orages) un nombre plus ou moins grand d'animalcules phosphorescents, nombre variable selon l'état de l'atmosphère. Pour prouver leur existence et évaluer approximativement le nombre des animalcules phosphorescents, il suffit, quand ils ne sont pas spontanément lumineux par une légère agitation, ce qui est rare, de les exciter en versant dans un vase qui contient de l'eau de mer quelques gouttes d'un liquide excitant, d'alcool, par exemple, ou d'un acide. En agitant alors le vase, on aperçoit des points phosphorescents.

D'après ce qui précède, nous croyons que l'on peut recommander aux habitants de nos côtes et aux marins de se livrer à des observations de ce genre, c'est-à-dire d'examiner l'eau de la mer au moment des tempêtes pour reconnaître si elle est ou non phosphorescente, quand on la recueille dans un flacon et qu'on l'agite après l'avoir mélangée de quelques gouttes d'alcool ou d'acide. Il est évident que si la curieuse coïncidence signalée par le professeur d'Angers venait à être constatée plusieurs fois, on pourrait en tirer des conséquences utiles pour la météorologie des orages.

A l'occasion de la communication faite par M. Decharme à l'Académie des sciences, un savant, connu de nos lecteurs, M. Duchemin, a rappelé des observations du même genre faites par lui antérieurement, et il a fait connaître ses remarques nouvelles sur le même sujet.

« Quelle est, dit M. Duchemin, la cause de la phosphorescence de la mer ? Il n'y a plus de doute pour moi : c'est une cause animée. Quand la mer semble être tout en feu, elle contient à sa surface des milliards de petits animalcules qui, vus avec les yeux, et sans le secours du microscope, ont la forme et la transparence de *très-petits œufs de poisson*. Plus on agite l'eau, plus ces petits êtres semblent s'irriter, et, dans leur colère, ils deviennent phosphorescents. J'ai sur mon bureau une bouteille

Digitized by Google

d'eau de mer, qui contient ces animalcules; si je l'agite, j'ai encore à Paris la phosphorescence de la mer. La cause n'est donc pas le résultat d'un phénomène électro-magnétique ou météorique; la cause est animée.

« Pour m'en convaincre, j'ai eu recours au microscope; mais voir seul ne me suffisait pas, j'ai voulu des dessins consciencieusement faits. Ce que la vue ne me laissait voir d'abord que comme un très-petit œuf de poisson, a pris, sous le microscope, l'aspect bien caractérisé d'un animalcule nageant dans une goutte d'eau et étendant sans cesse sa trompe comme pour chercher sa proie, car tout animal vit souvent aux dépens d'autres, surtout en ce qui concerne les êtres de la mer.

« J'ai relevé une particularité que je dois signaler : le jour, on peut découvrir d'une manière presque certaine si la mer sera phosphorescente le soir. En effet, pendant le jour, on constate alors dans l'eau de mer la présence de ces mêmes animalcules. Mais je dois dire aussi que ces infusoires apparaissent ou disparaissent subitement. Aujourd'hui la mer jette des rayons d'un feu argenté, le lendemain on n'aperçoit plus rien. Qu'est devenu ce monde lumineux et innombrable d'infiniment petits? Il y a là un fait intéressant que je n'ai pas pu pénétrer. »

Les observations qui précèdent datent de quelques années. Voici maintement des observations plus récentes, c'est-à-dire faites depuis l'année 1865.

« La phosporescence des animalcules reçus dans un cylindre de verre plein d'eau de mer, dit M. Duchemin, produit dans l'obscurité, chaque fois qu'on agite l'eau, des effets lumineux.

Au moyen de l'eau chaude dans laquelle plonge ce tube, les effets lumineux augmentent d'intensité jusqu'à 39°; mais si l'on élève la chaleur de l'eau jusqu'à 41°, l'animalcule meurt.

La phosphorescence ne survit pas à la mort de l'infusoire, et elle ne peut être régénérée ni par l'action du froid, d'un acide étendu d'eau, de l'alcool ou d'un courant électrique.

Au contraire, ces animalcules supportent le froid fait autour du tube au moyen de l'hydrochlorate d'ammoniaque et du nitrate de potasse; le refroidissement semble les animer d'abord, surexciter en un mot les organes lumineux, comme le ferait l'agitation du liquide. Si la phosphorescence cesse ensuite, il est incontestable qu'elle renaît avec la diminution de la tempé-

Digitized by Google

rature de l'eau. *D'où je conclus que* la mer peut se montrer phosphorescente pendant *les plus grands froids*.

Les infusoires répandent une lueur très-brillante quand on ajoute à l'eau de mer soit un acide étendu, soit de l'alcool, mais la phosphorescence ne survit pas à l'addition de semblables liquides.

L'addition de l'eau pure à l'eau de mer, dans les proportions de 50 p. 100, ne semble pas diminuer le pouvoir lumineux de ces petits êtres; mais il en est tout différemment lorsqu'on les transporte subitement dans l'eau douce. Alors, ni l'alcool, ni l'acide, ni l'électricité, ne peuvent faire apparaître la phosphorescence.

L'animalcule soustrait pendant plusieurs jours à la lumière, *même pendant quinze jours*, conserve encore après ce laps de temps son action lumineuse.

L'étincelle électrique semble agir vivement sur ces petits êtres, et exciter sur leurs organes des contractions, d'où découlerait, selon moi, la phosphorescence. L'électricité ne tue pas ces infusoires, comme le ferait l'addition de l'alcool ou d'un acide.

Mais d'où provient ce petit monde d'innombrables êtres qui apparaissent et disparaissent ensuite sans laisser la moindre trace de leur passage sur la surface de l'eau de la mer? L'expérience suivante prouve que l'air est étranger à ce phénomène : j'ai placé sur le rivage, quand la mer paraissait devenir phosphorescente, de vastes récipients contenant de l'eau de mer filtrée. La phosphorescence ne s'y est pas développée.

Cependant se place ici un fait assez singulier : une méduse mise dans l'un de ces récipients rendit la surface du liquide filtré lumineux; et je remarquai alors la présence des infusoires. Malheureusement je n'ai pu renouveler cette expérience.»

11

Spectre solaire sur le lac de Genève.

M. Warthmann a envoyé aux *Archives des sciences physiques et naturelles* une note dans laquelle il décrit le beau phénomène d'un spectre solaire étalé sur le lac de Genève. Nous empruntons à cette description les détails suivants.

Digitized by Google

Le lundi, 2 novembre 1868, vers deux heures, M. Warthmann observa un magnifique spectre qui brillait à la surface du lac et paraissait éloigné de 700 à 800 mètres du bord oriental. L'atmosphère était parfaitement calme et d'une transparence complète. Le soleil était élevé de 22 degrés au-dessus de l'horizon. La bande lumineuse rectiligne, ayant le rouge à la gauche de l'observateur, c'est-à-dire du côté du soleil, occupait une longueur que M. Warthmann a évaluée à 5 ou 6 mètres, sur une largeur apparente un peu supérieure au diamètre de l'astre.

Les couleurs se dégradaient du rouge au violet avec une grande puissance de coloris. M. Warthmann a constaté que l'ombre portée sur le sol par un bâton vertical faisait un angle d'environ 42 degrés avec une droite menée de ce bâton à la tête du spectre. C'est l'angle de déviation maximum des rayons rouges de l'arc-en-ciel intérieur.

La lac était très-calme sur la partie qui s'étendait du spectre à l'observateur ; par delà il présentait la teinte caractéristique indigo verdâtre que revêt sa surface quand elle est ridée par la brise du nord-est.

Lorsqu'on marchait du côté du nord le spectre diminuait d'éclat, tandis qu'un retour vers le premier poste d'observation le faisait apercevoir dans toute sa splendeur. L'œil de l'observateur était à environ 4^m, 5 au-dessus du niveau du lac. Au bout de 6 minutes, la hauteur solaire n'était plus que de 21 degrés, et le phénomène avait disparu.

Digitized by Google

CHIMIE.

I

Un nouveau métal, le *jargonium*.

On a annoncé en 1869 la découverte d'un métal nouveau dans le minéral connu sous le nom de *zircone*. C'est l'analyse spectrale, ce moyen si précieux de recherches chimiques, qui a amené la découverte de ce métal nouveau. M. Sorby, chimiste anglais, en examinant les raies spectrales fournies par la zircone, soupçonna l'existence dans cette terre d'un corps simple encore inconnu. M. Sorby a réussi à isoler ce corps simple nouveau. C'est un métal fort analogue au zirconium, et pour lequel l'auteur propose le nom de *jargonium*. La *jargone*, qui forme son oxyde, est intimement unie dans la nature à la zircone; elle se rencontre en petites quantités dans les zircons de diverses localités, et constitue la base principale de certains zircons de l'île de Ceylan.

Plusieurs caractères distinguent le jargonium du zirconium, comme de tous les corps simples connus. Le silicate naturel de la nouvelle base est sinon incolore, du moins très-peu coloré, et cependant il donne un spectre qui montre plus de douze raies noires étroites, beaucoup plus distinctes que celles qui caractérisent les sels de didyme.

La découverte de ce métal nouveau avait été déjà pressentie, pour ainsi dire, par quelques chimistes. En 1866, M. Church publia dans l'*Intellectual Observer* des obser-

Digitized by Google

vations spectroscopiques, d'où il concluait que les zircons renferment des matières non signalées jusqu'ici, et spécialement une terre à laquelle il donne le nom de *nigria*.

Avant même les observations de M. Church, un autre chimiste, M. Svanberg, avait annoncé que la zircone n'est pas une terre simple, mais résulte du mélange de trois, ou peut-être d'un plus grand nombre d'oxydes métalliques. Il n'arriva pas à séparer complétement ces terres, mais il signala certaines différences chimiques entre l'une de ces terres et la zircone. Svanberg isola la base dont il soupçonnait l'existence. Il lui donna le nom de *noria* ou d'oxyde de *norium;* elle se trouve surtout dans les zircons d'Ilmengebirg. Svanberg pensait avoir découvert dans l'eudyalite du Groënland, outre le cérium, le lanthane et le didyme, deux terres, dont l'une ressemble à l'yttria, tandis que l'autre est de couleur jaune.

L'attention étant de nouveau appelée sur ce sujet, on peut espérer que les points restés douteux seront éclaircis. Tout annonce qu'il existe dans la zircone plus d'un corps simple nouveau, et que l'on reconnaîtra dans la *noria* de Svanberg, dans le *nigria* de Church et dans la *jargone* de M. Sorby, des espèces chimiques distinctes.

2

L'*hydrogenium*, ou l'hydrogène reconnu comme métal.

On a dit souvent que la chimie est, de toutes les sciences, la plus mobile, la plus progressive, pour prendre le mot dans sa signification la plus avantageuse. Les systèmes d'explication varient, en chimie, avec une si grande rapidité, que l'on est à peu près hors d'état de les comprendre quand on a négligé de suivre pendant quelques années les progrès de cette science. Une importante communication faite à l'Institut, dans la séance du 18 janvier

Digitized by Google

1869, par un illustre chimiste, M. Graham, vient à l'appui de ces réflexions.

Tout le monde s'accordait jusqu'ici à considérer le gaz hydrogène comme un métalloïde, à le ranger, avec le chlore, le soufre, l'azote, etc., dans le groupe des corps *non métalliques*. Or, voici que M. Graham entreprend de classer l'hydrogène parmi les métaux, et de le baptiser d'un nom nouveau : l'*hydrogenium*, qui rappellerait son caractère métallique.

Sur quelles considérations se fonde le chimiste anglais pour ranger l'hydrogène parmi les métaux? Plusieurs propriétés chimiques du corps dont il s'agit paraissent justifier cette assimilation.

L'eau, qui est composée d'hydrogène et d'oxygène, se comporte comme une base vis-à-vis des acides énergiques. L'acide sulfurique hydraté peut, en effet, être considéré comme un véritable sel. Or, il n'y a qu'un métal qui puisse former une base avec l'oxygène, et s'il est vrai que l'eau puisse quelquefois fonctionner comme un acide vis-à-vis de quelques bases puissantes, il faut se rappeler que plusieurs oxydes métalliques peuvent, suivant les circonstances, jouer ce rôle d'acide.

L'acide sulfurique hydraté, cette espèce de sel, qui, dans l'hypothèse de M. Graham, serait formé d'acide sulfurique et d'une base, dont le radical métallique serait l'hydrogenium, dégagé de l'hydrogène, lorsqu'on le met en contact avec certains métaux, tels que le zinc et le fer. Or, un sel ordinaire, tel que le sulfate de cuivre, dissous dans l'eau, traité de la même manière par le zinc ou le fer, laisse déposer le métal qu'il renferme, c'est-à-dire le cuivre. L'hydrogène se comporte donc ici comme un métal.

Si l'on considère, d'autre part, les propriétés physiques de l'hydrogène, on peut admettre que l'hydrogène est doué de propriétés conductrices pour l'électricité et la chaleur, propriétés physiques qui sont essentiellement dévolues aux métaux. C'est ce que prouve l'expérience suivante : Un fil de platine étant soumis à l'influence du courant électri-

Digitized by Google

que, c'est-à-dire servant à relier les deux pôles d'une pile en activité, et qui est porté au rouge par le passage de l'électricité, cesse d'être lumineux, quand on dirige sur lui un courant de gaz hydrogène. Dans ces conditions, l'hydrogène fournit un écoulement à l'électricité, comme pourrait le faire un métal que l'on mettrait en contact avec le fil électrique.

Ces considérations et ces faits étaient déjà venus à la pensée de plusieurs chimistes. Mais, dans le Mémoire qu'il a adressé à notre Académie des sciences, M. Graham présente des observations toutes nouvelles et d'un caractère qui paraît décisif. M. Graham cite un cas très-frappant dans lequel l'hydrogène forme avec un métal un véritable alliage. Expliquons-nous.

Il est facile de faire absorber au palladium (métal chimiquement voisin du platine) de fortes proportions de gaz hydrogène. M. Graham s'attache à démontrer qu'il se forme, dans cette circonstance, un véritable alliage entre le palladium et l'hydrogène.

La densité du fil de palladium chargé d'hydrogène est de beaucoup inférieure à celle du palladium pur : c'est ce que l'on observe lorsque deux métaux d'inégale densité sont alliés entre eux. Comme cela arrive pour la plupart des alliages, la ténacité du fil de palladium diminue quand on le combine avec l'hydrogène. Dans les mêmes conditions, sa conductibilité électrique diminue, tout en se maintenant encore à un degré assez élevé; ce qui met en évidence, selon M. Graham, le caractère métallique du corps ainsi allié au palladium.

Faraday a démontré que le palladium est magnétique, mais à un faible degré. Or, le palladium, quand il a été chargé d'hydrogène, est devenu très-magnétique, propriété qui n'appartient qu'aux métaux et à leurs alliages.

Quand le palladium a absorbé 981 fois son volume d'hydrogène, il a augmenté de longueur. Si on le débarrasse de l'hydrogène, par l'action de la chaleur, le métal se raccourcit et n'a plus la longueur qu'il avait avant l'ex-

Digitized by Google

périence. Cette contraction est, suivant M. Graham, une preuve de la combinaison moléculaire intime qui s'est faite des deux corps mis ainsi en présence.

On se tromperait pourtant, si l'on voulait identifier l'hydrogène que nous connaissons à l'état gazeux, avec le corps simple métallique que M. Graham entend désigner sous le nom d'*hydrogenium*. Les propriétés chimiques ne sont pas les mêmes dans les deux corps. Ainsi l'hydrogenium décompose le bichlorure de mercure, tandis que l'hydrogène ne le décompose pas. L'hydrogenium (bien entendu qu'il s'agit de l'alliage avec le palladium) s'unit avec le chlore et l'iode dans l'obscurité, il ramène les sels de peroxyde de fer à l'état de protoxyde, transforme le prussiate de potasse en potasse jaune; il possède, en un mot, une puissance désoxydante considérable, qui n'appartient pas à l'hydrogène. L'hydrogenium serait, d'après cela, la forme active de l'hydrogène, comme l'ozone est la forme active de l'oxygène.

Cette dernière partie du système de M. Graham nous gâte un peu la première. Nous admettrions volontiers que l'on peut ranger l'hydrogène parmi les métaux, et que de même qu'il existe un métal liquide, le mercure, il existe aussi un métal gazeux, qui serait l'hydrogenium. La question physique est d'ailleurs assez secondaire : c'est une affaire de température. L'or peut être réduit en vapeurs, comme tous les autres métaux, si l'on élève convenablement sa température, en ayant recours aux forces électriques. L'idée d'un métal gazeux n'aurait donc rien que de très-acceptable. Seulement, nous voudrions voir et toucher ce métal nouveau. Du moment qu'on nous dit qu'il diffère de l'hydrogène ordinaire et que l'hydrogenium, que personne n'a vu, est analogue à l'ozone, ce protée qui fait le désespoir des chimistes, on nous jette dans un monde métaphysique, dans un ordre de faits incertains et nébuleux, qui n'est pas le véritable domaine de la science.

Pour ces motifs, M. Graham fera bien d'appuyer ses idées de preuves plus directes que celles qu'il invoque, et

Digitized by Google

de nous montrer son hydrogenium autrement qu'engagé dans un alliage. C'est sur le métal pur, parfaitement isolé, qu'il faudra raisonner. En effet, les alliages sont les composés sur lesquels les chimistes ont le moins de données; on ne peut même décider si les alliages sont des combinaisons chimiques ou de simples mélanges. Placer dans les alliages la base de ses raisonnements et de ses analogies, c'est donc choisir le terrain le plus défavorable et le plus malheureux pour une discussion de chimie.

5

Condensation de l'hydrogène par le nickel.

Les expériences de M. Graham que nous venons de rapporter, ont montré qu'un fragment de palladium servant d'électrode négative dans un voltamètre à eau, absorbe une grande quantité d'hydrogène, qu'il dégage en partie après la cessation du courant. D'après M. Raoult, le nickel se comporte d'une manière analogue.

On trouve souvent, dans le commerce, le nickel sous forme de pains, affectant à peu près la forme de cubes de 1 centimètre de côté environ. Ces pains sont poreux; une goutte d'eau déposée à leur surface pénètre dans l'intérieur aussi promptement que dans un morceau de plâtre sec; le volume des pores est d'ailleurs considérable et représente à peu près la moitié du volume total.

Ce nickel, lorsqu'on l'emploie pendant douze heures comme électrode négative dans un voltamètre à eau, peut condenser au moins cent soixante-cinq fois son volume d'hydrogène; et si, lorsqu'il est ainsi chargé d'hydrogène, on le retire du circuit pour le plonger sous l'eau, il dégage en deux ou trois jours *la totalité* de l'hydrogène absorbé.

Le *nickel poreux* jouit donc, par exception, de la propriété de condenser l'hydrogène naissant et de le dégager ensuite; quant au *nickel compacte*, il ne jouit nullement des mêmes propriétés.

Digitized by Google

4

Nouveau mode de préparation de l'aluminium.

L'aluminium n'a été obtenu jusqu'ici que grâce à l'intervention du sodium. On sait combien l'emploi de ce réactif, difficile à obtenir et à manier, complique l'opération. Il n'est donc pas sans intérêt de signaler un procédé nouveau qui vient d'être proposé pour la préparation de l'aluminium.

M. Fleury, de Boston, prépare l'aluminium sans sodium, par le procédé suivant. Il mélange de l'alumine pure avec du goudron de gaz, de la résine, du pétrole ou quelque autre substance analogue. Ce mélange est réduit en pâte, divisé et mis en boules, qu'on fait sécher au four et qu'on introduit, après le séchage, dans une cornue qui doit supporter la température rouge-cerise. Cette cornue est revêtue intérieurement d'un enduit de plombagine, et elle doit être assez résistante pour supporter une pression de deux kilogrammes par centimètre carré. Elle doit, en outre, être pourvue d'une soupape de sûreté, qui permette d'introduire dans le mélange chauffé une certaine quantité d'hydrogène carburé sans que la pression cesse d'être sensiblement la même. L'introduction de ce gaz se fait au moyen d'une pompe foulante.

Après l'action réductrice de l'hydrogène carboné agissant sur l'alumine avec la pression indiquée, l'aluminium reste à l'état de masse spongieuse mélangée de charbon. Si l'on refond ce métal spongieux avec du zinc, l'aluminium isolé s'agglomère, pendant que le zinc se réduit en vapeur.

L'opération peut être rendue plus courte en chauffant et en comprimant préalablement le gaz avant de l'introduire dans la cornue.

Digitized by Google

5

Solubilité du soufre dans les huiles de houille.

M. Eugène Pelouze, fils du célèbre chimiste mort en 1867, a constaté que les huiles de houille qu'on obtient en distillant les goudrons des usines à gaz, dissolvent d'autant plus de soufre que leur température se rapproche davantage de leur point d'ébullition. Aussitôt que la température s'abaisse, le soufre se précipite à l'état cristallin.

Cette propriété dissolvante peut être utilisée industriellement pour l'extraction du soufre des solfatares et notamment des matières ayant servi à l'épuration du gaz à éclairage par le procédé Laming. En effet, une huile de houille ayant dissous à 130°, 43 grammes de soufre laisse déposer, lorsqu'on la refroidit à 15°, 41 grammes de soufre en cristaux; de plus la liqueur, chauffée et refroidie alternativement, dissout et dépose de nouvelles quantités de soufre.

On doit employer à cet usage les huiles lourdes de houille, qui ne valent que 8 à 10 francs les 100 kilogrammes, et qu'on retrouve presque entièrement, du reste, après chaque opération. Ces huiles ont de grands avantages sur le sulfure de carbone, non-seulement en raison de leur prix, mais aussi parce qu'elles permettent d'opérer au-dessous de leur point d'ébullition, qui est très-élevé, ce qui diminue les pertes par évaporation et fait disparaître les dangers que présente l'emploi du sulfure de carbone.

Les matières employées à l'épuration du gaz, et qui sont mises au rebut après leur service, contiennent 40 pour 100 de soufre associé à de la sciure de bois, à des oxydes de fer et à des produits goudronneux. L'extraction de ce soufre, qui ne peut être effectuée économiquement par les procédés ordinaires, l'est pourtant à l'aide des huiles lourdes de houille. Voici comment :

Digitized by Google

Après avoir bien desséché les vieilles matières d'épuration, en les abandonnant simplement à l'air libre pendant un certain temps, sous des hangars, on les place dans des cylindres en fonte chauffés extérieurement par une enveloppe de vapeur et disposés de manière qu'on puisse à volonté donner une pression d'air, qui augmente la vitesse d'écoulement de l'huile qui doit traverser la matière. L'huile lourde, chauffée à 130 degrés, c'est-à-dire au-dessous de son point d'ébullition, dans un monte-jus, au moyen d'un courant de vapeur circulant dans un serpentin, revient par un tuyau dans le cylindre filtreur, et se déverse sur la matière soufrée, qu'elle traverse de haut en bas. Le dissolvant vient se refroidir dans des cristallisoirs, où, par le seul refroidissement, le soufre se précipite rapidement; puis il est ramené dans le monte-jus, de manière à pouvoir passer de nouveau sur la matière, jusqu'à complet épuisement du soufre.

La vieille matière débarrassée de soufre s'est imprégnée d'une certaine quantité d'huile lourde, dont on la débarrasse par un courant de vapeur ; on retrouve ainsi la presque totalité du dissolvant.

Le soufre brut qu'on obtient par ce procédé, est en cristaux octaédriques, colorés en noir par une petite quantité de substances goudronneuses. Purifié par distillation, il possède toutes les propriétés du soufre ordinaire.

On perd annuellement en France, avec les matières ayant servi à l'épuration du gaz, des quantités considérables de soufre. Malgré le bas prix de cette substance, le procédé d'extraction par les huiles lourdes, déjà essayé sur une certaine échelle, promet assez d'économie pour pouvoir être adopté avantageusement, surtout par le fabricant de gaz qui aura sous la main et la matière contenant le soufre et le dissolvant, produit abondant de la distillation du goudron de ses usines.

Les essais entrepris à la Compagnie parisienne du gaz ont démontré qu'il ne faut pas faire usage d'huile d'une trop grande densité. L'huile qui a donné les meilleurs

Digitized by Google

résultats est celle qui pèse 0,995 et qui bout de 180 à 210 degrés ; de plus, il faut opérer à une température qui ne doit jamais dépasser 150 degrés, sans quoi le soufre pourrait décomposer les huiles, en produisant de l'hydrogène sulfuré.

6

Éclairage oxy-hydrique de la cour des Tuileries.

L'éclairage par les gaz oxygène et hydrogène qui, pendant l'hiver de 1868, fut expérimenté sur la place de l'Hôtel-de-Ville, a été établi en 1869, au même titre, dans la cour des Tuileries.

L'hydrogène employé n'était autre chose que le gaz de l'éclairage, que l'on prenait à l'embranchement du tuyau de conduite de la rue. L'oxygène arrivait tous les jours aux Tuileries, à l'état comprimé, dans des voitures semblables à celles qui servent au transport du gaz portatif.

La condition essentielle pour la permanence et l'égalité de la lumière obtenue par la combustion du gaz de l'éclairage par l'oxygène, c'est que la pression soit toujours parfaitement régulière. Il est facile de régler l'émission du gaz avec les réservoirs dans lesquels l'oxygène est amené de l'usine ; mais le gaz d'éclairage, tel qu'il existe dans les conduites des rues, est soumis à une pression qui varie d'un instant à l'autre. Pour rendre cette pression régulière, on a eu recours à des flotteurs qui étaient mis en jeu par un courant d'eau d'une manière très-ingénieuse L'ensemble de ces dispositions avait été établi dans une cabane placée en avant de la grille de la cour des Tuileries, près du guichet de l'Échelle.

La cour des Tuileries, dont la longueur est de 500 mètres environ, était éclairée au moyen de cinquante becs, placés sur trois rangées, et qui étaient de portée différente. Des lentilles, au foyer plus ou moins long, et des verres

Digitized by Google

plus ou moins dépolis, disséminaient la lumière dans l'espace.

Deux becs, situés à droite et à gauche du pavillon de l'Horloge, projetaient sur l'arc de triomphe du Carrousel des rayons parallèles très-intenses. Un troisième bec à faisceau parallèle, placé du côté de l'arc de triomphe, éclairait aussi le cadran de l'horloge. De petits becs laissés nus, çà et là, à côté des becs armés de lentilles et de verres dépolis, excitaient agréablement l'œil, et donnaient à l'ensemble de l'éclairage une gaieté particulière.

Les crayons placés à l'intérieur de la flamme oxy-hydrique pour concentrer et en réfléchir l'éblouissante clarté, sont en magnésie et en zircone, substance nouvellement essayée, et qui paraît remplacer avec avantages la magnésie.

La lumière du gaz oxy-hydrique, moins intense que la lumière électrique, a des qualités de douceur toutes particulières. C'est ce que constataient les nombreux curieux qui se pressaient, tous les soirs, à la grille des Tuileries.

7

Production des dépôts de fer galvanique.

Les imprimeurs ont souvent déploré la fragilité des clichés en cuivre, qu'endommage si facilement quelque grain de sable, ou quelque petit nœud existant par hasard dans le papier. On pourra à l'avenir obtenir des clichés typographiques en fer. M. Eugène Klein, ingénieur des mines de Russie, a réussi à obtenir des dépôts de fer, qui peuvent servir à préparer des clichés offrant plus de dureté que ceux en cuivre et supportant un tirage presque illimité.

Les échantillons de dépôt galvanique en fer obtenus par M. Klein donnent le droit d'espérer que les beaux-arts utiliseront cette découverte, comme ils ont déjà utilisé les dépôts de cuivre galvanique.

Digitized by Google

Déjà en 1867 M. Feuquières avait présenté à l'Exposition universelle des dépôts de fer galvanique; mais les procédés suivis par M. Klein diffèrent complétement de ceux de M. Feuquières.

M. Klein, en vue d'augmenter la solubilité de l'anode en fer, a employé une combinaison analogue à celle dont s'était servi M. Jacobi en 1856, pour la décomposition électrochimique de bains argentifères. En effet, la bonne qualité des dépôts de fer dépend principalement de la plus grande solubilité de l'anode. L'augmentation de sa surface n'ayant pas produit l'effet voulu, M. Klein a combiné l'anode de fer avec une autre anode de cuivre. On peut, comme l'a fait M. Jacobi, remplacer le cuivre par le charbon de cornue, qui fournit un couple partiel plus énergique.

Voici comment on peut se rendre compte des effets de cette combinaison. Le métal négatif combiné avec le fer dans le bain même joue un double rôle : il fonctionne comme catode vis-à-vis du fer et comme anode par sa combinaison avec le pôle positif de la pile qui fournit le courant principal. Par conséquent, à la surface de cet électrode, il se dégage simultanément de l'hydrogène et de l'oxygène, lesquels, à l'état naissant, se combinent dans des proportions qui constituent l'eau. Le surplus de l'hydrogène se dégage librement, ou produit une polarisation de l'électrode; si c'est l'oxygène qui est le plus abondant, et si l'électrode consiste en une substance inoxydable comme le charbon de cornue, il y aura aussi dégagement de gaz et une faible polarisation; mais si l'électrode est oxydable, comme par exemple le cuivre, il sera oxydé et dissous.

Digitized by Google

8

Nouveau procédé pour la abrication de la fonte et de l'acier par M. Ponsard.

La métallurgie du fer a fait depuis dix ans, en France et partout, dit M. Ponsard, un de nos métallurgistes les plus distingués, d'incontestables progrès. Cependant la quantité de charbon que nécessitent l'extraction de la fonte, ainsi que la préparation du fer et de l'acier, est tellement considérable, que la fonte, le fer et l'acier sont nécessairement des produits coûteux. M. Ponsard attribue les dépenses excessives qu'entraîne la fabrication de la fonte, à l'emploi des hauts fourneaux. Sortant de l'ornière de la routine, il propose de supprimer cet antique et puissant engin métallurgique.

L'auteur arrive à ce résultat en séparant, dans le traitement des minerais de fer, le charbon *agent chimique* du charbon *agent calorifique*.

Voici comment procède M. Ponsard pour préparer la fonte et le fer.

Sur la sole d'un four à gaz, four dans lequel on peut, comme on le sait, développer des températures énormes, il place une série de tubes-creusets, verticaux, de 20 centimètres de diamètre et de 1 mètre de hauteur. Ces creusets, percés à leur partie inférieure, sont en matière extrêmement réfractaire. Ils traversent la voûte du four, et leur extrémité supérieure, par laquelle ils reçoivent le minerai, se trouve ainsi à l'air libre.

Leur partie inférieure repose sur la sole, dans laquelle on a pratiqué des rigoles en fonte, aboutissant à un bassin qui occupe le milieu du four. Dans chacun de ces tubes-creusets on verse un mélange de minerai, de castine et de charbon, ce dernier corps en quantité seulement suffisante pour provoquer les réactions chimiques (environ 12 p. 100), c'est-à-dire désoxyder le minerai et carburer le métal.

M. Ponsard a élevé graduellement la température du

Digitized by Google

four, et quinze heures après la mise du minerai dans les creusets, il a extrait, par un trou de coulé, environ 1000 kilogrammes de fonte d'excellente qualité. Douze heures plus tard, il a fait une seconde coulée, car l'opération marche d'une façon continue.

M. Ponsard a constaté qu'avec ce procédé et au moyen des hautes températures on peut obtenir très-rapidement la réduction du minerai, la fusion et la carburation du métal, en ne dépensant que 1000 kilogrammes de houille par tonne de fonte. Le haut fourneau exige près de 3000 kilogrammes de houille pour produire la même quantité de fonte, c'est-à-dire une tonne.

Un tel résultat est important, car il indique : 1° que l'on peut fabriquer la fonte avec une grande économie de combustible sur le procédé actuellement employé ; 2° que la chaleur extérieure de la flamme suffisant pour provoquer les réactions chimiques et fondre le métal, on peut employer, pour développer la température, toute espèce de combustible produisant du gaz, c'est-à-dire toutes les houilles de quelque qualité qu'elles soient, le bois, les lignites, la tourbe, etc., ainsi que l'oxygène, l'hydrogène et les huiles minérales, puisque le charbon, *agent calorifique*, n'étant pas en contact avec le minerai, le métal ne peut plus être altéré ; 3° enfin, que l'on peut obtenir à volonté un métal plus ou moins carburé suivant la quantité de charbon, *agent chimique*, que l'on mélange avec le minerai mis dans les creusets.

9

Propriété du bronze des Chinois d'être malléable à chaud.

L'insuccès des tentatives faites dans notre pays en vue de fabriquer les tam-tam et les cymbales avec le métal des Chinois, tient, d'après M. Riche, à ce que l'on travaillait l'alliage à la température ordinaire, au lieu de le marteler à chaud, comme le prescrit l'*Encyclopédie japonaise*.

Digitized by Google

M. Riche a fait des essais en grand à la monnaie de Paris et a obtenu les résultats suivants.

Les analyses du métal des Chinois qui ont été faites par différents expérimentateurs, ayant montré que cette matière est formée d'étain et de cuivre, environ dans le rapport de 20 d'étain à 80 de cuivre, on a coulé des barres de bronze à 21,5, 20,0 et 18,5 pour 100 d'étain; puis on les a soumises à l'action du marteau, à des températures comprises entre le rouge vif et la température ordinaire. A froid, le métal est cassant comme du verre; mais vers 300 à 350 degrés, on observe une amélioration sensible. Au rouge sombre, on croirait avoir affaire à un métal entièrement différent, car il se travaille comme le fer ou le bronze d'aluminium. On voit le métal s'aplatir, sans se rompre, sous les plus puissants marteaux, et on réduit sans difficulté des lames de 6 à 8 millimètres à l'épaisseur de 1 millimètre. Les feuilles obtenues ont l'aspect du bronze des Chinois, et elles sont douées d'une grande sonorité.

L'action du laminage est plus frappante encore, parce que sous le marteau le métal est si vite refroidi, qu'il faut recuire d'instant en instant, ce qui allonge et complique le travail; tandis qu'au laminoir on peut donner des passes très-fortes et amincir la lame avec rapidité si l'on opère au rouge sombre. A froid, une seule passe suffirait pour le briser en éclats.

Cet alliage se coupe à chaud comme le fer et l'acier, il présente le grain fin et homogène de ce dernier. On le soude sans difficulté avec la soudure des bijoutiers.

Les essais suivants semblent montrer que la densité du bronze n'éprouve par le martelage et le laminage à chaud que des modifications peu sensibles.

	Densité après la coulée.	Densité après le forgeage.
Bronze chinois rapporté par M. Champion.	»	8,948
Bronze à 21,5 pour 100 d'étain.	8,938	8,929
— 18,5 —	8,882	8,938
— 20,0 —	8,924 8,918 8,912	8,920

Digitized by Google

10

La reproduction des couleurs en photographie.

La question de la fixation des couleurs en photographie est loin d'être abandonnée par les praticiens et les savants. Deux publications se rapportant à ce problème difficile viennent d'être mises au jour. L'une est un véritable ouvrage, dans lequel la question est traitée sous toutes ses faces, par M. Ducos du Hauron; l'autre est un mémoire de M. Charles Cross. Ces deux travaux offrent beaucoup d'analogie, les auteurs s'étant rencontrés sur le même principe physique. Il nous suffira de faire connaître un de ces mémoires pour donner une idée de la manière nouvelle dont cette question est abordée.

Le principe nouveau d'où sont partis l'un et l'autre auteur, est le suivant. Au lieu de demander à la plaque ou à la surface photographique de reproduire indistinctement toutes les couleurs de la nature, il faut séparer ces couleurs de manière à obtenir trois épreuves, correspondant aux trois couleurs primitives, le rouge, le jaune et le bleu. Ces trois épreuves monochromes étant obtenues, il faut les réunir par un procédé de synthèse. En se confondant ensemble, elles donnent toutes les autres couleurs, puisqu'elles contiennent tous les éléments colorés du spectre qui composent, par leur réunion, la lumière blanche.

Dans une communication adressée à l'Académie des sciences, M. Davanne a exposé, dans les termes suivants, les idées de M. Ducos du Hauron.

M. Ducos du Hauron a fait, dit M. Davanne, un cercle divisé en douze segments et représentant le spectre solaire, et il a essayé de le reproduire en suivant sa théorie. Pour cela, il lui faut obtenir trois épreuves. L'une doit donner le maximum bleu pour l'un des segments, avec diminution d'intensité pour les segments tournant vers le rouge et pour

Digitized by Google

les segments tournant du côté du jaune. Les premiers seront appelés à faire le *violet*, et les seconds le *vert*. La seconde épreuve doit donner le maximum rouge pour l'un des segments, avec diminution d'intensité à droite et à gauche, pour faire les couleurs secondaires *violet* et *orangé*. La troisième épreuve doit donner le maximum jaune pour l'un des segments, avec diminution d'intensité à droite et à gauche, pour faire les couleurs secondaires *orangé* et *vert*. D'où il résulte que dès qu'on a obtenu ces trois épreuves dégradées, monochromes et transparentes, on n'a qu'à les superposer pour reproduire le modèle avec les couleurs.

Ceci étant obtenu, on doit pouvoir opérer de même sur tous les objets de la nature.

Ces trois épreuves peuvent être produites par voie directe, en obtenant immédiatement les trois images positives monochromes. Cependant M. Ducos du Hauron préfère tirer trois négatifs, dont l'un représentera le monochrome rouge, l'autre le monochrome bleu, l'autre le monochrome jaune. C'est ensuite avec ces négatifs qu'il fait chacune des trois épreuves monochromes destinées, par leur superposition, à donner l'ensemble des couleurs naturelles. Ces clichés sont obtenus avec le bromure d'argent par une méthode que l'auteur décrit avec soin.

Pour obtenir le négatif du monochrome bleu, il faut que toutes les teintes bleues simples ou composées du sujet à reproduire soient, pour ainsi dire, éteintes, et n'aient aucune action sur la couche sensible. Pour cela, on doit prendre l'épreuve à travers un verre rouge-orangé. Après une pose, qui sans doute doit être fort longue, on obtient une image dans laquelle le bleu et ses composés n'ont qu'une très-faible action sur la couche sensible, tandis que le jaune et le rouge sont suffisamment accusés. Le cliché destiné à faire l'épreuve monochrome rouge s'obtient en éteignant les rayons rouges au moyen d'un verre vert. Pour le monochrome jaune, on prend l'épreuve à travers un verre violet.

Les trois clichés étant obtenus, on s'en sert pour faire

Digitized by Google

les épreuves positives. Entre autres moyens proposés pour faire la couche sensible, on peut employer un mélange de gélatine, de bichromate de potasse et d'eau, additionné de la matière colorante nécessaire. Les trois surfaces de gélatine bichromatée rouge, jaune et bleue étant prêtes, on les impressionne sous les clichés correspondants. Celui obtenu avec le vert bleu violacé est posé sur la couche jaune, et par le lavage on obtient une épreuve monochrome jaune. Le cliché obtenu sous le verre vert est employé sur la gélatine rouge, et celui qui résulte de l'interposition du verre rouge-orangé est posé sur la gélatine bleue. Après l'exposition, la lumière, le développement et la dessiccation des images, celles-ci sont superposées, et donnent l'épreuve polychrome avec toute la série des dégradations déteintes.

Tel est, selon l'exposé de M. Davanne, le système d'idées qui a dirigé M. Ducos du Hauron pour son essai de la reproduction des couleurs par la photographie. Quant à la question de priorité qui peut s'élever entre cet expérimentateur et M. Charles Cross, nous n'avons pas à nous en occuper, ces deux auteurs ayant reconnu loyalement que la même pensée leur est venue à l'un et à l'autre presque en même temps, et sans qu'aucune communication ait pu s'établir entre eux.

Il reste maintenant à savoir ce que la pratique peut attendre de sérieux de l'application de ces vues, très-correctes assurément au point de vue de la théorie, mais qui auraient besoin d'être mieux traduites dans des opérations usuelles.

11

Les photographies sur émail.

Dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences M. Duchemin a fait remarquer le grave défaut que possèdent les plaques d'émail faites sur cuivre, sur or ou sur pla-

Digitized by Google

tine, et employées de nos jours dans la photographie vitrifiée. Ces plaques, d'un prix fort élevé, n'ayant pas une surface plane, obligent l'opérateur à faire la photographie sur émail par voie de transport. M. Duchemin réalise une économie de temps et d'argent, en substituant à la plaque de métal une plaque de verre couverte d'un émail fusible à base d'arsenic.

Toutefois la fusibilité de l'émail doit être toujours plus grande que celle du verre; mais, par contre, la dilatation du verre doit aussi être en rapport avec celle de l'émail.

Les immenses conquêtes de la chimie depuis cinquante ans ont donné aux verres modernes des qualités telles que beaucoup d'entre eux pourront se prêter à l'application de l'émail suivant :

Arsenic.....	30 grammes.
Sel de nitre.....	30 —
Sable.....	90 —
Litharge.....	250 —

Ce genre de verre émaillé, qui n'est pas encore fabriqué industriellement en France, peut, en dehors d'un important emploi pour la photographie, trouver des applications nombreuses et utiles : ainsi, l'on peut dessiner et écrire sur ce verre aussi couramment que sur le papier, et *il ne faut pas plus d'une minute* ensuite pour rendre (dans un moufle ouvert) l'écriture inaltérable.

Ce procédé, que M. Duchemin applique à la photographie vitrifiée, opaque ou transparente, permettrait, d'un autre côté, de perpétuer facilement les dessins, les autographes, les actes administratifs qui doivent être exposés à l'action du temps, les étiquettes *explicatives* pour les établissements d'horticulture, etc.

Abordons maintenant la question des épreuves photographiées. Pour l'exécution directe, sans collodion ni transport, le verre-émail dont se sert l'auteur n'a subi d'autre préparation qu'un simple dépolissage, qui lui permet de s'appliquer intimement sur un cliché. Si, après le polissage, la surface

Digitized by Google

de l'émail est suffisamment glacée, on obtient des photographies de la plus grande finesse. C'est, en un mot, une surface parfaitement planée, et dont l'émail est plus ou moins épais ou transparent (ce qu'on n'aurait pas pu obtenir facilement et économiquement avec l'émail sur métal), qui sert pour recueillir l'image photographique, soit dans la chambre noire, soit sous un négatif ou un positif, selon qu'on exécute l'opération avec telle ou telle substance.

Si l'on emploie, par exemple, le bitume de Judée ou le citrate de fer, le perchlorure de fer et l'acide tartrique, ou bien les bichromates, ou un autre sel, quelques minutes suffisent pour obtenir, sans collodion ni transport, une bonne épreuve photographique.

En prenant, par exemple, le bichromate de potasse, on emploie la solution suivante :

Eau.....	100	grammes.
Gomme.....	4	—
Miel.....	1	—
Bichromate en cristaux.....	3	—

On étend cette solution parfaitement filtrée sur un verre-émail et l'on sèche l'émail ainsi impressionné. Il suffit pour livrer une épreuve vitrifiée, après l'impression à la lumière, des quatre opérations suivantes, qui peuvent s'exécuter en quelques minutes :

1° Exposition du verre sensibilisé à la lumière.

2° Développement de l'image au moyen d'un blaireau et de la poudre, dont voici la formule :

Oxyde de cobalt.....	10	grammes.
Oxyde de fer noir.....	90	—
Minium.....	100	—
Sable.....	30	—

3° Décomposer le bichromate de potasse en plongeant l'épreuve développée dans un bain composé de :

Eau.....	100	grammes.
Acide chlorhydrique.....	5	—

Digitized by Google

Ensuite laver l'épreuve dans l'eau pure et la faire sécher.

4° Vitrification de l'épreuve sur une plaque de fonte bien lisse et couverte d'une couche de craie, de façon à ne pas déformer le verre-émail qu'on veut vitrifier. Il suffit d'une minute environ dans un moufle suffisamment chauffé, pour fixer et glacer l'épreuve, qu'il faut ensuite laisser refroidir avec les simples précautions qu'on prend pour les émaux en cuivre.

Le verre couvert d'émail pouvant présenter une grande surface, il sera possible maintenant d'exécuter directement de grandes épreuves vitrifiées.

Ces plaques d'émail se comportent tout aussi bien au feu que les émaux sur métal, et l'industrie peut en retirer certainement un parti utile.

12

Woodburytypie, ou impression photographique en relief.

Ce nouveau procédé d'impression est dû à M. Woodbury.

Le relief de gélatine est le point de départ du procédé. Il s'obtient en exposant *à sec* une couche légère de gélatine bichromatisée sous un négatif à une lumière fixe, comme le soleil, la lumière électrique ou toute autre lumière artificielle. Les parties restées solubles sont ensuite lavées à un courant continu d'eau chaude, et la partie insoluble qui reste forme le relief, qui, en séchant, a la propriété de s'imprimer en creux sur la plaque de métal ou à la surface de la pierre à graver.

Dans cette gravure sur métal, les parties noires de l'épreuve photographique sont représentées par les creux les plus profonds, et les demi-tons par des creux proportionnellement moins profonds. Maintenant, un mélange semi-transparent de couleur et de gélatine, ou d'autre sub-

Digitized by Google

stance (d'une densité telle que la quantité qui se trouve dans les parties les plus creuses représente le noir), donnera toutes les gradations du noir au blanc. Les blancs sont représentés par les parties les plus proéminentes du moule, qui, dans le procédé de tirage des épreuves, viennent en contact absolu avec le papier, et éloignent conséquemment toute la couleur.

On obtient par ce moyen un résultat que n'a jamais donné aucun autre procédé d'impression, excepté la photographie, qu'on ne peut rigoureusement appeler un procédé d'impression. L'âme du procédé gît dans l'agencement de différentes épaisseurs et par conséquent de différents tons d'une matière semi-transparente, tout le reste n'étant qu'une manipulation purement mécanique.

Les seuls résultats analogues qu'on puisse citer sont les porcelaines transparentes d'Allemagne, qui sont d'un si charmant effet, et où différentes épaisseurs d'une matière uniforme donnent des effets variés d'ombre et de lumière.

La quantité de matière colorante employée dans l'encre dépendra beaucoup de la profondeur du relief et du creux; car la même encre, avec un moule légèrement en relief, donne une image faible et légère, tandis qu'avec une empreinte profonde on obtiendra une épreuve très-foncée. On a donc ici une très-grande latitude. D'un négatif faible, en réglant la quantité de bichromate, le temps de l'exposition, etc., on peut obtenir un moule qui permettra de tirer des épreuves puissantes et vigoureuses; et d'un négatif très-développé et très-dense, il sera possible d'obtenir des résultats remarquables par les demi-tons. La quantité de gélatine nécessaire pour empêcher l'encre de s'attacher au cliché est tellement petite, qu'en séchant elle se réduit aux épaisseurs d'une aquarelle. A des températures très-élevées, il y a nécessité d'employer une plus grande proportion de gélatine. En variant les quantités, on obtient à volonté une surface brillante ou mate.

L'épreuve, au sortir du cliché, doit être l'objet des soins les plus délicats. Une goutte d'eau chaude suffirait pour la

Digitized by Google

dissoudre. On la plonge donc pendant quelques minutes dans un bain d'alun, et alors elle devient d'une solidité à l'épreuve de l'eau bouillante. Toutefois elle ne pourrait résister, si l'eau chaude était appliquée au moyen d'une brosse à laver.

Ce procédé peut recevoir de nombreuses applications. Parmi les plus remarquables se trouve une sorte d'impression avec couleurs émaillées, que l'on peut transporter ensuite sur la porcelaine ou la poterie.

13

De l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques.

Une pompe hydraulique puissante mise en communication avec un réservoir en fonte, un tube de verre (nommé tube-laboratoire) pouvant être réuni au réservoir par un tube de cuivre capillaire, tel est l'appareil dont s'est servi M. Cailletet pour apprécier l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques.

Les expériences ont lieu dans ce tube-laboratoire. Quand on y place une lame de zinc et de l'acide chlorhydrique, le dégagement d'hydrogène, d'abord rapide, décroît à mesure que la pression augmente. De même, la dissolution du carbonate de chaux dans l'acide azotique est arrêtée par l'effet de la pression croissante.

Le ralentissement de l'action chimique se remarque aussi lorsqu'on met en présence, à de hautes pressions, le fer, l'étain, l'aluminium ou le sulfure de fer, avec les acides. La décomposition de l'eau par la pile est également entravée par la pression.

En renfermant dans un tube de verre clos de l'amalgame de sodium et de l'eau, M. Cailletet s'est assuré encore que l'oxydation du sodium est presque annulée, en raison de la pression que développe l'accumulation de l'hydrogène dans cet espace limité; car, en ouvrant le tube

Digitized by Google

après plusieurs jours, on voit reparaître le dégagement gazeux qui était devenu insensible.

M. Cailletet a cherché, comme vérification, si les phénomènes chimiques qui s'accomplissent à l'air libre, ne prenaient pas une intensité plus grande lorsqu'ils se produisent dans le vide. L'expérience, dit-il, a confirmé l'exactitude de cette hypothèse.

Sans être encore parvenu, dans toutes ces expériences, à annuler complétement l'action chimique, M. Cailletet semble admettre qu'on y parviendrait à l'aide d'une pression plus grande. De plus, M. Cailletet assimile le dégagement des gaz dans les décompositions à un simple phénomène d'ébullition. « Ce qui semble démontrer, dit-il, que l'affinité n'est pas une force particulière, mais que les combinaisons et les décompositions chimiques sont placées sous la dépendance immédiate des phénomènes mécaniques au milieu desquels elles se développent, ainsi que d'importantes recherches entreprises dans un ordre d'idées différent et dues à MM. Debray et Gernez, l'ont déjà établi pour un certain nombre de décompositions. »

M. Cailletet avait présenté à l'Académie les résultats qu'il avait obtenus. Son mémoire ne tarda pas à être suivi d'une note contradictoire, de M. Berthelot. Ce chimiste prétendait que la prépondérance accordée par M. Cailletet à la pression sur les actions chimiques était beaucoup exagérée.

Reprenant le dégagement d'hydrogène produit par le zinc au contact de l'acide sulfurique, M. Berthelot dit avoir observé un résultat contraire à celui qu'avait obtenu M. Cailletet. « A la vérité, dit M. Berthelot, le dégagement de gaz fut ralenti, mais non empêché, et la réaction fut presque complète. » M. Berthelot ne voit pas la cause du ralentissement dans la pression, mais dans des circonstances secondaires de l'action chimique, indépendantes de l'affinité proprement dite, telles que la saturation locale de la couche acide placée à la surface du zinc, la couche d'hy-

Digitized by Google

drogène adhérente et préservatrice qui se forme aussi à la surface du zinc, etc.

M. Berthelot ne dit point toutefois que la pression ne puisse intervenir dans les actions chimiques; mais il en limite l'action dans des réactions d'un ordre différent. Suivant lui, elle intervient moins par ses effets mécaniques proprement dits, qu'en changeant les masses relatives des corps réagissants. Par exemple, il a reconnu que la formation des éthers par la réaction d'un acide sur un alcool, aussi bien que la décomposition inverse des éthers par l'eau, sont influencées par l'état de condensation de la matière. En opérant sur des corps gazeux on observe que les réactions sont d'autant plus lentes que la matière est plus dilatée.

Ces assertions sont, on le voit, opposées à celles de M. Cailletet.

Toujours suivant M. Berthelot, la réaction des acides sur les métaux n'est ni une action lente, ni une action limitée par la réaction inverse; elle appartient à la classe des réactions déterminées par le signe des quantités de chaleur dégagées dans ces réactions. La pression ne paraît pas plus susceptible d'empêcher le dégagement de l'hydrogène par le zinc dans l'acide sulfurique étendu, qu'elle n'empêche le déplacement du cuivre par le zinc dans le sulfate de cuivre dissous; les deux réactions sont semblables; si le zinc déplace le cuivre, c'est parce que la formation du sulfate de zinc dégage plus de chaleur que la formation du sulfate de cuivre, toutes choses égales d'ailleurs. De même le zinc déplace l'hydrogène, parce que la formation du sulfate de zinc dégage plus de chaleur que la formation du sulfate d'hydrogène.

Comme on le voit, la question peut être prise à plusieurs points de vue. M. Cailletet continue ses expériences et nous souhaitons qu'elles apportent la lumière sur ce sujet.

Digitized by Google

14

Nouveau procédé de M. Margueritte pour l'extraction du sucre.

Un nouveau procédé pour la préparation du sucre, ou plutôt pour extraire le sucre cristallisable des mélasses, occupe beaucoup en ce moment l'attention de l'industrie du nord de la France. Les opinions sont partagées sur les avantages qu'il pourrait offrir à la préparation du sucre indigène. L'avenir prononcera sur cette question. En attendant, nous croyons utile de donner une idée de ce procédé, qui repose sur des bases véritablement neuves et scientifiques.

On sait que le procédé actuel de fabrication du sucre, malgré les divers perfectionnements dont il a été l'objet depuis quelques années, ne permet pas d'extraire, à beaucoup près, la totalité du sucre contenu dans la betterave, et que le résidu qu'il abandonne renferme environ 50 0/0 de son poids de la substance qu'il s'agit d'obtenir. Les combinaisons de la baryte et de la chaux avec le sucre, indiquées par M. Peligot, l'osmose et la dialyse, découvertes et étudiées par MM. Dutrochet et Graham, ont donné lieu à diverses applications dans le but de retirer de la mélasse le sucre qui s'y trouve contenu à l'état cristallisable. C'est grâce à une analyse nouvelle et très-attentive des produits contenus dans la mélasse que M. Margueritte est arrivé à retirer ce sucre à l'état cristalisé, et voici comment.

On avait jusqu'ici essayé de précipiter le sucre en ajoutant à la liqueur de l'alcool concentré. Au lieu d'en agir ainsi, M. Margueritte maintient le sucre en dissolution, en ajoutant au liquide sucré de l'alcool à 85 degrés centésimaux. On peut ainsi filtrer la liqueur, pour écarter les sulfates et la plus grande partie des substances insolubles; puis on ajoute un deuxième volume d'alcool à 95 degrés,

Digitized by Google

pour concentrer le milieu alcoolique et déterminer la cristallisation du sucre. Dans un tel milieu alcoolique, le sucre devrait immédiatement cristalliser; cependant il ne se dépose qu'avec une extrême lenteur. Cette inertie momentanée de sucre laisse tout le temps nécessaire pour effectuer d'abord l'élimination complète et définitive des substances étrangères.

La liqueur alcoolique, qui retient ainsi plus de sucre qu'elle ne doit normalement en dissoudre, affecte un état particulier qu'on désigne sous le nom de *sursaturation*. En cet état de sursaturation, il est facile de déterminer la cristallisation rapide du sucre en ajoutant à la liqueur du sucre en poudre ou en cristaux. En effet, l'addition de sucre pulvérisé à la liqueur alcoolique provoque, dans un temps très-court, le dépôt de la totalité du sucre qu'elle peut abandonner; de même que la présence et le séjour des cristaux dans les sirops de fabrique et de raffinerie développent la cristallisation du sucre, quoique d'une manière infiniment plus lente. Le degré alcoométrique de la solution s'élève, le volume du sucre ajouté s'accroît, et en moins de cinq heures la cristallisation est complète; tandis qu'en l'absence de cristaux étrangers elle ne serait terminée qu'au bout de huit jours.

Voici comment on opère en fabrique. On mélange, par l'agitation, 1 kilogramme de mélasse marquant à froid 47 degrés à l'aréomètre de Baumé, avec un litre d'alcool à 85 degrés centésimaux, acidulé de 5 0/0 d'acide sulfurique monohydraté. On obtient ainsi une liqueur qui, filtrée et additionnée d'un litre d'alcool à 95 degrés, fournit, au contact de 500 grammes de sucre en poudre, un excédant de 350 grammes de sucre pur, soit 35 0/0 de la mélasse ou 70 0/0 du sucre qu'elle renferme, c'est-à-dire 50 0/0. Le produit étant claircé avec un volume d'alcool consiste uniquement en sucre cristallisable.

Telle est cette opération, fort simple, comme on le voit, et qui est basée sur une observation toute scientifique.

L'essai pratique de cette nouvelle méthode a été fait dans

Digitized by Google

l'usine de M. de Sourdeval, à Laverdines. On a traité de cette manière environ 10 000 kilogrammes de mélasse, et le rendement a été conforme aux espérances de l'auteur.

La méthode de M. Margueritte permet, en résumé, de traiter tous les produits sucrés sans aucune exception, et elle présente les avantages suivants: 1° extraction de 35 à 38 kilogrammes de sucre de 100 kilogrammes de mélasse, ce qui correspond à une augmentation, sur le rendement total de la fabrication, de 24 à 26 0/0 environ; 2° obtention directe et immédiate du sucre dans un état de grande pureté, sans passer par des dissolutions cuites et déchets du travail ordinaire, ce qui est un résultat très-important; 3° suppression presque complète du noir animal dans les fabriques et raffineries.

15

Un nouvel alcaloïde de l'opium.

On a déjà retiré de l'opium un si grand nombre d'alcaloïdes, représentant plus ou moins complétement les propriétés de cet agent médicamenteux, qu'on aurait pu croire épuisé ce genre de découvertes. Il n'en est rien, car on annonce une nouvelle base organique qu'ont réussi à extraire de l'opium MM. Matthiessen et Wright, de l'hôpital de Saint-Bartholomew, de Londres.

La nouvelle base organique retirée de l'opium présente la composition chimique de la morphine, moins les éléments d'une molécule d'eau. Son caractère spécial, au point de vue thérapeutique, c'est d'être dépourvue des propriétés narcotiques, et d'être un vomitif des plus puissants. L'injection sous la peau de quelques milligrammes de cette substance produit, au bout de cinq minutes seulement, des vomissements violents. Ses propriétés vomitives sont tellement développées, que MM. Mathiessen et Wright ne pouvaient la manier longtemps sans être pris de nausées.

Digitized by Google

Cette nouvelle substance ne tardera pas probablement à prendre place dans la thérapeutique.

16

De l'ancienneté des manuscrits déterminée par l'âge des encres.

Les astronomes de l'Académie des sciences, les mathématiciens, les physiciens, n'ont pas seuls pris part à l'interminable discussion que provoqua M. Chasles au sujet de l'affaire Pascal-Newton; les chimistes ont tenu à dire aussi leur mot, et l'Académie a reçu à ce propos la communication d'un procédé pour reconnaître l'âge d'un manuscrit par la façon dont l'encre se comporte vis-à-vis des réactifs chimiques.

M. Carré opère comme il suit pour reconnaître l'âge d'un manuscrit : Prendre copie à la presse de la page d'écriture en l'imprégnant d'eau étendue d'acide chlorhydrique, ou bien laver pendant longtemps ce corps d'écriture dans la même solution acide.

Les encres à base de fer subissent, avec le temps, une altération qui se révèle par un ton jaunissant, d'autant plus prononcé que l'écriture est plus ancienne. La substance organique tend de plus en plus à disparaître, pour ne laisser qu'un composé de fer dans un état tel, qu'il devient partiellement inattaquable aux acides lorsque l'écriture est suffisamment ancienne.

En imprégnant un papier non collé d'une solution au douzième en volume d'acide chlorhydrique du commerce, on obtient, à la presse ordinaire, des copies d'écritures de huit à dix ans presque aussi facilement qu'on obtient, au moyen de l'eau, la copie d'une écriture du jour. Mais la faculté de donner des copies acides s'atténue avec le temps, de sorte qu'une écriture de trente ans ne donne plus qu'une copie illisible, et qu'un acte authentique daté de 1787 n'en a donné que des traces à peine perceptibles.

Digitized by Google

Au lavage, l'inverse se produit : des écritures de quelques mois à dix ans ont disparu sans laisser de traces, après une immersion plus ou moins longue dans la même solution ; tandis qu'une écriture de trente ans est restée lisible après une macération de quinze jours. La substitution des acides oxalique, sulfurique et azotique à l'acide chlorhydrique donne les mêmes résultats.

Le papier, ainsi traité par un acide, pourrait s'altérer avec le temps. Il faut donc, après l'expérience, pour prévenir cette altération, exposer la feuille pendant quelques secondes au-dessus d'une capsule contenant un peu d'ammoniaque.

D'après M. Gaultier de Claubry, le procédé que nous venons de décrire serait connu depuis longtemps; sa valeur aurait pu être appréciée pour les conditions spéciales dans lesquelles son véritable inventeur, le chimiste Lassaigne, l'avait appliqué, mais il serait impuissant à résoudre la question proposée.

Voici les observations faites à cet égard par M. Gaultier de Claubry.

Lorsqu'un écrit est argué de faux devant la justice, deux cas peuvent se présenter : ou l'ancienne écriture a été détruite pour y substituer une nouvelle, ou bien on a effacé quelques parties seulement de l'écrit.

Dans le premier cas, on a voulu donner à un écrit une date résultant de la nature du timbre qui, formé d'encre grasse, n'est pas altéré par les réactifs chimiques. C'est le lavage des papiers timbrés, qui a été exercé sur une très-grande échelle. Les experts chargés de l'examen d'écritures arguées de faux n'ont autre chose à faire, dans cette circonstance, que de rechercher l'existence de traces d'une ancienne écriture.

Dans le second cas, qui est assez fréquent, des faussaires ont effacé sur un acte ou un écrit quel qu'il soit un ou plusieurs mots. Ici l'ancienneté relative des écritures peut devenir un très-important élément de l'expertise.

Digitized by Google

C'est sous ce dernier point de vue circonscrit que Lassaigne avait considéré la question, et, dans ce cas, comme il existe un point de comparaison parfaitement caractérisé, l'*effaçage* plus ou moins facile des diverses parties de l'écrit offre des caractères d'une valeur parfaitement appréciable.

Il en est tout autrement si, comme dans le procédé proposé par M. Carré, on fait agir un réactif sur une écriture dont toutes les parties ont été tracées avec la même encre.

Ici nul moyen de comparaison; les caractères résisteront ou disparaîtront sans que rien permette de savoir si la résistance ou l'effaçage proviendront de la nature de l'encre employée, et dont la composition a singulièrement varié dans le nombre considérable de formules connues, sans comprendre celles qui n'ont pas été publiées, ou de l'ancienneté de l'écriture, des conditions dans lesquelles l'écrit a été conservé, etc., etc.

Il existe d'ailleurs des moyens de donner à des écritures des caractères de résistance de nature à tromper complétement sur leur ancienneté réelle, mais ces moyens, qui sont plus ou moins facilement applicables à l'ensemble d'un écrit, offrent, quand il s'agit de quelques mots seulement, des difficultés de nature à dégoûter dans un grand nombre de cas le faussaire. Les conséquences de ces difficultés sont toutes à l'avantage du procédé Lassaigne.

Celui qu'a proposé M. Carré est donc, suivant M. de Claubry, absolument impropre à fournir des résultats exacts, et son application, en supposant que des moyens de *vieillir* les écritures n'aient pas été mis en usage, ne peut qu'induire en erreur si l'on prétend le faire servir à décider à quelle époque a été tracé un écrit, quand la nature de l'encre employée est entièrement inconnue.

Digitized by Google

17

Traitement du papier et des tissus pour en faire des feuilles ou plaques imperméables.

Le papier et les tissus végétaux, qu'on pourrait croire insolubles, se dissolvent cependant dans une liqueur ammoniaco-cuivrique, d'un bleu céleste magnifique, dite *liqueur de Schweitzer*. Mais en réduisant la durée de l'immersion d'un tissu ou d'un papier dans cette solution, leur surface est seule attaquée et prend l'état pâteux. Deux feuilles traitées de la sorte, pressées ensuite et laminées ensemble, adhèrent l'une à l'autre.

M. Scoffern a utilisé cette propriété de la manière suivante : il plonge simultanément dans le bain deux pièces d'étoffe ou de papier, qui, passant ensuite sur des rouleaux, se trouvent guidées parallèlement pour se réunir seulement à l'instant du laminage entre les cylindres de pression. La durée de l'immersion est fixée à une demi-minute. Pour maintenir le liquide à un degré de concentration suffisant, la cuve est mise en communication avec un réservoir contenant la liqueur cuivrique, soit au moyen d'une pompe, soit simplement à la faveur d'une différence de niveau entre les vases.

C'est là, disons-le tout de suite, une variante du procédé que nous avons imaginé, M. Poumarède et moi, en 1846, pour produire un papier solide et aussi résistant que le carton. Il suffit, comme on le sait, de tremper pendant quelques secondes le papier dans de l'acide sulfurique concentré, et de le laver ensuite à l'eau pure. C'est dans un mémoire de chimie organique, imprimé en 1846, dans la *Revue scientifique* de Quesneville, ayant pour titre : *Recherches sur le ligneux*, que nous avons fait connaître cette transformation du papier et des matières ligneuses en *parchemin végétal*.

Digitized by Google

Un chimiste anglais, nommé Galle, s'est emparé, sans façon, de ce procédé et l'a vendu à M. Warren de la Rue, le papetier astronome. M. Warren de la Rue a exploité les bénéfices de l'invention de notre *papier-parchemin*, en Angleterre. Nous lui avons laissé le profit, mais nous en avons revendiqué, et nous en revendiquons toujours l'honneur.

18

Les essences renfermées dans les huiles de pétr ole.

Les pétroles bruts d'Amérique contiennent des essences très-volatiles, qui rendent dangereux l'usage des huiles minérales. Ces essences, qu'on chasse par la distillation, atteignent un poids de 70 à 80 kilogrammes par hectolitre. Leur volatilité est telle, que le flacon qui les contient doit être hermétiquement bouché, sans quoi tout le liquide, en très-peu de temps, s'échappe en vapeur; un papier mouillé dans cette essence se sèche à l'air en moins d'une minute.

Les fabricants ne pouvaient parvenir à utiliser ces essences, que les peintres trouvaient trop promptes à sécher. Il est vrai qu'elles pouvaient remplacer la benzine pour le nettoyage des étoffes; mais ce dernier débouché était trop insuffisant.

En désespoir de cause, plusieurs distillateurs achetèrent de vastes terrains et y enfouirent profondément les tonneaux pleins d'essence qu'ils ne pouvaient sans danger garder dans leurs usines.

Mais le danger n'était que déplacé; que serait-il advenu en effet si, par la négligence d'un passant, un corps allumé était venu à tomber sur un terrain couvert de vapeurs explosibles? C'était transformer le terrain en un volcan, qu'eussent pu faire éclater les rayons solaires ou le feu du ciel.

Heureusement MM. Pluyer ont trouvé à cette substance encombrante un emploi, et ces essences qu'on enfouissait

Digitized by Google

à grands frais dans les entrailles de la terre, se vendent aujourd'hui 80 francs l'hectolitre.

Le système imaginé par MM. Pluyer pour brûler les essences de naphte consiste principalement en un carburateur à plateaux étagés, que l'on charge d'essence; dans ce carburateur l'air atmosphérique est lancé sous une pression faible et constante, au moyen d'un gazomètre ou d'un ventilateur. L'air se charge des vapeurs qui se dégagent abondamment de l'essence, et, grâce à la pression du gazomètre, se rend dans une conduite ordinaire, qui les distribue entre les brûleurs. La flamme obtenue brille avec une blancheur éclatante; elle a surtout un bel aspect quand on a le soin de la protéger par une cheminée; le prix de revient de l'unité de lumière est excessivement modique.

L'installation de ce système d'éclairage est très-simple, puisqu'il n'exige ni cornues ni fourneaux. Un gazomètre et une conduite, voilà tous les éléments d'une usine de ce genre; encore le gazomètre peut-il n'occuper qu'un volume très-restreint.

Les petites localités et les usines pourraient à l'aide de ce système s'éclairer à bon marché.

19

Les feux liquides : le feu *fénian* et le feu *lorra*

On désigne sous le nom de *feu fénian* une liqueur inflammable, composée de phosphore dissous dans du sulfure de carbone. Si l'on expose à l'air cette liqueur, le sulfure de carbone s'évapore et le phosphore s'enflamme, brûlant, par conséquent, toute surface combustible sur laquelle le mélange a pu être projeté. M. Nicklès a découvert une autre composition liquide inflammable, qu'il appelle *feu lorrain*. C'est un composé assez bizarre, puisqu'il ne prend feu que lorsqu'on y verse quelques gouttes d'un autre liquide.

Voici la composition de cette singulière mixture.

Digitized by Google

Prenez du *feu fénian*, c'est-à-dire du phosphore dissous dans du sulfure de carbone, et ajoutez à ce liquide du chlorure de soufre, vous obtiendrez une liqueur de couleur jaune, répandant à l'air des vapeurs blanches, et qui peut se conserver indéfiniment dans un flacon fermé. Mais si vous y laissez tomber quelques gouttes d'ammoniaque, aussitôt il se manifestera une vive déflagration, et l'on verra apparaître une flamme volumineuse. L'ammoniaque provoque la réaction mutuelle des éléments du mélange, et la subite combustion du soufre, du phosphore et du carbone. Avec deux ou trois centimètres cubes seulement de ce liquide, on obtient une flamme de près de 1 mètre de hauteur.

Pour faire cette curieuse expérience de la production d'un feu qui a l'ammoniaque pour amorce, il faut verser l'ammoniaque à l'aide d'une longue baguette de verre, n'opérer que sur de très-petites quantités, et faire l'expérience en plein air, à cause de la masse énorme de vapeurs qui se dégagent.

Le *feu lorrain*, dont on comprend toute la redoutable activité, prendra place à côté du *feu fénian*, dont on a fait quelque usage dans la dernière guerre d'Amérique.

On avait déjà proposé certaines substances liquides produisant des effets analogues, mais ces effets étaient bien peu de chose comparés à la puissance des nouveaux mélanges incendiaires. C'est ainsi qu'en 1854 un anonyme fit connaître la manière d'enflammer les corps combustibles à l'aide de deux liquides agissant chimiquement l'un sur l'autre : à savoir l'acide azotique et l'essence de térébenthine. Quand on place dans un verre à expérience une certaine quantité d'essence de térébenthine, et qu'on y ajoute, par petites portions, de l'acide azotique, la réaction que produit l'acide azotique, en se décomposant pour oxyder la térébenthine, est si violente que le mélange entier prend feu.

C'est une vieille expérience, que le chimiste Rouelle faisait dans ses cours de Jardin des plantes, au siècle dernier. Notre auteur anonyme proposait donc, pour enflammer à distance des matières combustibles, de les arroser suc

Digitized by Google

cessivement avec de l'essence de térébenthine, puis avec de l'acide azotique. Mais on comprend qu'il serait impossible de faire usage d'un tel moyen dans les cas ordinaires de la défense ou de l'attaque.

Un autre *feu liquide* avait été proposé, à peu près à la même époque, par M. Niepce de Saint-Victor, l'honorable et savant officier à qui l'on doit tant de découvertes en photographie. M. Niepce de Saint-Victor enfermait un globule de potassium dans une fiole de verre, à moitié pleine de benzine. Si l'on jette une telle fiole sur l'eau d'un bassin, elle y surnage. Si alors on vient à casser la fiole, d'un coup de bâton, le potassium s'enflamme au contact de l'eau, ou plutôt décompose cette eau, enflamme l'hydrogène, lequel à son tour met le feu à la benzine. On a ainsi le curieux spectacle d'un bassin d'eau couvert de flammes.

M. Niepce de Saint-Victor fit, en 1855, cette singulière expérience devant l'Empereur. Il appelait cette composition le *nouveau feu grégeois*. Seulement, il faut bien savoir que l'antique feu grégeois, dont on a beaucoup exagéré la puissance combustible, et qui n'était composé que des ingrédients de notre poudre à canon ordinaire, mêlés de graisses et de résines, ferait assez triste figure à côté des compositions incendiaires liquides sorties des laboratoires de nos chimistes, et dont nous venons de donner une idée sommaire.

20

La catastrophe de la place Sorbonne.

Le mardi 16 mars 1869, à quatre heures du soir, une explosion formidable faisait trembler le sol du quartier latin, secouait les maisons, renversait les passants, et brisait plus de cinq mille carreaux de vitre sur la place Sorbonne et dans les rues adjacentes.

C'était le magasin de produits chimiques de M. Fon-

Digitized by Google

taine, situé au coin de la rue et de la place Sorbonne, qui sautait.

Dire les effets immédiats, le bruit effroyable qui se produisit, le tableau que présenta alors la place Sorbonne, serait impossible.

Toutes les vitres étaient brisées sur la place et dans les rues adjacentes, les croisées enfoncées, les portes ouvertes, les passants, heureusement peu nombreux, jetés à terre, meurtris par des éclats de vitres, par les débris hachés des vitrines et des comptoirs, les habitants atteints par ces mêmes projectiles qui entrèrent par toutes les fenêtres de l'hôtel du Périgord, situé en face.

Plusieurs femmes sautèrent dans la rue, l'une du quatrième, assure-t-on, dans un état déplorable. Une autre, tomba du premier, dans les bras de gens qui rendirent, à leurs dépens, sa chute moins dangereuse.

En un instant, quand on put se reconnaître, la cour de la Sorbonne fut transformée en une ambulance, d'où l'on reportait chez eux ou dans les pharmacies voisines ceux qui n'étaient que blessés. Il y eut là des scènes affreuses. Un jeune homme, les yeux brûlés, criait à faire pitié. D'autres, la figure couverte de sang, n'avaient plus conscience de leurs actes. Le propriétaire du laboratoire, M. Fontaine, blessé lui-même, heureusement sans gravité, cherchait son fils, dont personne ne pouvait lui donner de nouvelles.

Dans les alentours de la place Sorbonne et sur cette même place on crut à un tremblement de terre : les meubles s'étaient déplacés, les objets posés sur des étagères avaient été renversés; des fenêtres s'étaient ouvertes d'elles-mêmes, les persiennes étaient sorties de leurs gonds. Au même moment, des accidents graves s'étaient produits : des personnes qui se trouvaient dans les maisons portant les numéros 2, 4 et 6, place Sorbonne, avaient été secouées violemment et renversées sur le sol par l'effet de la commotion; d'autres avaient reçu des débris de vitres qui les blessées assez grièvement.

Digitized by Google

Il n'est pas une maison de la place Sorbonne qui n'eût ses carreaux brisés. Toutes les croisées de la façade du lycée Saint-Louis, sur le boulevard Saint-Michel, étaient également endommagées.

Quelques secondes après l'explosion, une épaisse fumée, mélangée de flammes bleuâtres, s'échappait du rez-de-chaussée de la maison portant le n° 2, place Sorbonne, occupée par la fabrique de produits chimiques de M. Fontaine.

Pendant une demi-heure, sur la place Sorbonne, on entendit pousser des cris déchirants. Le spectacle le plus navrant, c'était celui que l'on voyait à chaque fenêtre des cinq étages de la maison portant le numéro 2. Les locataires, reconnaissant que c'était au rez-de-chaussée de leur habitation qu'existait le foyer de l'incendie, furent pris d'une terreur que l'on comprend aisément. Ils voulurent fuir par l'escalier, mais la fumée asphyxiante qui montait par la cage de l'escalier, les forçait à rentrer. C'est alors que l'on vit des locataires descendre par les fenêtres et les persiennes, d'un étage à l'autre, au risque de tomber sur le trottoir et de se broyer la tête.

Des citoyens courageux se hissaient, tant bien que mal, aux étages supérieurs, nouaient des draps les uns aux autres en guise de cordes, et facilitaient par ce moyen le sauvetage de divers locataires. On vit des femmes se cramponner à cette corde, et se laisser glisser le long du mur.

D'autres locataires voulaient se jeter par les croisées. On eut toutes les peines du monde à obtenir qu'ils attendissent qu'on vînt les délivrer. Des échelles étaient apportées et attachées l'une au bout de l'autre. Tandis que les sauveteurs s'empressaient de prendre entre leurs bras des femmes et des enfants affolés et poussant des cris lamentables, quelques-uns déménageaient des meubles et des objets précieux.

Les pompiers des diverses casernes et des postes voisins arrivèrent promptement sur le théâtre de l'accident et or-

Digitized by Google

ganisèrent le service du sauvetage. Plusieurs pompes manœuvrèrent. Des détachements de troupes et des escouades de sergents de ville prêtaient leur utile concours. Les chaînes de travailleurs s'établissaient avec le plus louable empressement.

On conduisait dans les pharmacies voisines, celle de M. Durozier, à l'angle du boulevard Saint-Michel, et celle de M. Pennès, au coin de la rue des Écoles, toutes les personnes, au nombre de douze, qui avaient été blessées par les projectiles ou des débris de différente espèce.

Il n'y eut pas malheureusement que des blessés : on eut à déplorer la mort de six personnes, parmi lesquelles plusieurs employés de la maison Fontaine : MM. Dautresme, Rendu, Balle, dont les corps avaient été projetés au milieu de la place Sorbonne et brisés sur le pavé. Une jeune fille, Mlle Biot, a été brûlée vivante; on lui a arraché ses vêtements tout en flammes : elle a perdu connaissance à neuf heures du soir et le lendemain elle a rendu le dernier soupir. Le cadavre carbonisé du fils de M. Fontaine fut retrouvé le lendemain dans les décombres.

La boutique ne présenta durant plusieurs jours qu'un amas de débris méconnaissables. Quant à la maison, qui est de construction moderne, elle ne s'était nullement écroulée, comme le bruit en avait couru. La cage de l'escalier fut seulement fortement endommagée.

Peu d'accidents présentent des détails aussi effrayants, des circonstances aussi atroces. Une des malheureuses victimes a été littéralement broyée et dispersée sur toute la place : la tête a été trouvée sur le balcon du cinquième étage de la maison n° 3; une partie de la mâchoire au troisième étage.

Après le sinistre, une lance de fer, du poids de quatre ou cinq kilogrammes, a été trouvée, avec les encadrements de fer du vitrage, dans l'atelier qui occupe le fond du magasin : elle avait traversé toute la pièce sans blesser heureusement aucun de ceux qui s'y trouvaient.

Digitized by Google

Les nombreuses personnes qui se pressaient le soir autour des décombres et des piles de verre cassé qui bordaient ces maisons, regardaient avec stupeur un éclat de bois si violemment lancé à travers la place, qu'il était venu se ficher dans l'enseigne de l'hôtel du Périgord, où il restait solidement planté comme une hampe, faisant saillie au milieu du mot *Restaurant*.

L'hôtel du Périgord, placé juste en face de la maison Fontaine, présentait l'aspect d'un édifice qui aurait reçu plusieurs décharges de mitraille. Pas une vitre qui ne fût brisée, pas un endroit de la façade qui ne fût attaqué et profondément troué.

Un soulier contenant trois doigts de pied coupés et ensanglantés tomba sur le boulevard Saint-Michel, à quelque distance du lycée Saint-Louis.

Après avoir décrit le spectacle affreux de cette catastrophe imprévue; après avoir parlé des effrondements et des planchers volant en l'air comme les débris d'une bombe gigantesque; après avoir analysé les étranges effets produits, dans un cercle d'une immense étendue, par l'explosion de cette effroyable mine sautant au cœur d'une cité populeuse, il nous reste à chercher la véritable cause, l'accident précis qui a dû provoquer la déflagration.

C'est pendant que les employés de M. Fontaine étaient occupés à transvaser, à l'intérieur du laboratoire, une quantité considérable de picrate de potasse, qu'arriva la terrible détonation. Mais comment put se produire l'inflammation de ce sel?

Il faut admettre, selon nous, qu'une certaine quantité de sel détonant a été accidentellement en contact avec le feu. Cette explication nous paraît seule devoir rendre compte de ce désastre. En effet, la simple pression du pied sur quelques parcelles de picrate de potasse n'aurait pu enflammer ce sel, qui ne détone pas par le simple choc; et d'un autre côté, le cigare d'un passant n'aurait pu mettre le feu au picrate de potasse, puisque la terrible drogue n'était pas

Digitized by Google

manipulée au dehors, mais à l'intérieur de l'établissement de M. Fontaine. Il ne reste donc d'autre explication que celle que nous venons de donner.

Cette explication paraîtra plus satisfaisante et plus claire quand nous aurons fait connaître les propriétés physiques et chimiques du picrate de potasse. Comme ces propriétés ne sont que fort imparfaitement décrites dans les ouvrages de chimie, même les plus récents, et que l'on chercherait en vain dans les mêmes ouvrages la révélation du rôle précis de ce sel dans les nouvelles poudres de guerre, enfin comme l'application spéciale de cette poudre a été tenue jusqu'à ce jour dans une sorte de mystère, les détails dans lesquels nous allons entrer sur tous ces produits, présenteront au lecteur un certain intérêt de nouveauté.

Le picrate de potasse, dont il a été tant question depuis la catastrophe du 16 mars 1869, est, comme nous l'enseigne la nomenclature chimique, le résultat de la combinaison de la potasse et de l'acide picrique. Mais qu'est-ce que l'acide picrique, l'agent essentiel de ce sel détonant; quelle est sa nature, et d'où le tire-t-on ?

L'acide picrique fut découvert en 1788, par un chimiste manufacturier de la ville de Colmar, Jean-Michel Haussmann, qui est probablement un des ascendants de l'honorable préfet de la Seine. Contraste assez piquant, ce grand édificateur de maisons et de rues dans la capitale compte parmi ses ancêtres l'inventeur de la drogue infernale capable de ruiner d'un seul coup maisons, bâtiments et rues !

Quoi qu'il en soit, Jean-Michel Haussmann, traitant l'indigo par l'acide azotique concentré, sans doute en vue de quelque opération de chimie appliquée à la teinture, fabriqua le premier, de toutes pièces, le produit qui nous occupe. C'était une matière cristalline, d'un beau jaune d'or, et qui était caractérisée par une saveur amère des plus prononcées. C'est pour rappeler cette double propriété

Digitized by Google

que Jean-Michel Haussmann donna à la nouvelle substance le nom d'*amer d'indigo*.

L'*amer d'indigo* dissous dans l'eau s'applique très-bien sur les étoffes, en les revêtant d'une belle nuance dorée. Cette substance trouva donc vite son application. On s'en servit pour la teinture dans toutes les fabriques de l'Alsace. Seulement, l'indigo étant fort cher, l'*amer d'indigo* était d'un prix élevé, et l'emploi de cette matière tinctoriale était assez borné.

De nos jours, on essaya d'obtenir l'*amer d'indigo* avec d'autres substances que l'indigo, et l'on réussit à le former en traitant par l'acide azotique l'*huile de houille*, c'est-à-dire le produit qui prend naissance pendant la distillation de la houille, opérée pour la préparation du gaz de l'éclairage. Plus tard, enfin, on a obtenu la matière en remplaçant l'huile de houille par l'acide phénique, c'est-à-dire cette substance qui dérive du goudron de houille, et qui reçoit aujourd'hui des applications si nombreuses et si variées, comme désinfectant, caustique, etc.

L'*amer d'indigo* n'avait pas seulement attiré l'attention des chimistes par la beauté des couleurs qu'il peut fournir à la teinture. Une autre propriété fort extraordinaire de ce même composé avait beaucoup surpris les observateurs : il détonait avec une violence extrême quand on le chauffait à une température modérée (315 degrés environ). Cette propriété explosible avait d'autant plus surpris qu'on ne la connaissait encore que dans un petit nombre de composés : les chlorates et les fulminates.

La découverte des propriétés explosibles de l'*amer d'indigo* remonte d'ailleurs à une époque assez éloignée. Elle fut constatée par le chimiste Welter, six ou sept ans à peine après le travail de Jean-Michel Haussmann. On lit, en effet, dans le mémoire de Welter, publié en 1795 : « Ces cristaux dorés, qui avaient la finesse de la soie, détonaient comme la poudre à canon, et, à mon avis, en auraient produit l'effet dans une arme à feu. »

L'*amer d'indigo*, qui depuis le travail de Welter fut

Digitized by Google

quelquefois désigné sous le nom d'*amer de Welter*, fut étudié successivement par Proust, Fourcroy et Vauquelin, enfin par M. Chevreul, qui développait dans son mémoire une théorie chimico-physique de la détonation de ce composé.

Les travaux de ces divers chimistes, tout en faisant connaître les propriétés de l'*amer de Welter*, n'avaient rien appris sur sa véritable nature. C'est M. de Liebig qui eut le mérite, dans un travail publié en 1828, d'établir la véritable nature de ce composé, qu'il désigna sous le nom d'*acide carbazotique*, nom destiné à remplacer ceux d'*acide amer*, d'*amer d'indigo* et d'*amer de Welter*.

Berzelius avait proposé, de son côté, le nom d'*acide nitro-picrique* ou d'*acide picrique* (du grec πικρός, amer). M. Dumas, dans un travail publié après celui de Liebig, adopta le nom d'*acide carbazotique;* de sorte qu'à partir de ce moment ce produit fut désigné indifféremment sous le nom d'*acide carbazotique* et d'*acide picrique*.

Il était réservé à l'éminent chimiste Laurent de trouver la véritable formule de l'*acide carbazotique*, ou *picrique*. Laurent démontra que l'acide carbazotique dérive de l'acide phénique, dans lequel trois équivalents d'hydrogène sont remplacés par trois équivalents d'acide hypoazotique. De là les noms d'*acide trinitrophénique* ou *nitrophénisique* proposés par Laurent pour le composé qui nous occupe.

Dans ces derniers temps, c'est-à-dire vers 1865, MM. Désignolle et Castelhaz sont parvenus à préparer industriellement l'acide picrique, en suivant la méthode signalée par Laurent, qui consiste à traiter l'acide phénique par l'acide azotique. L'acide phénique étant à très-bas prix dans le commerce, il en est résulté que l'acide picrique, qui valait 30 francs le kilogramme en 1862, quand on le préparait en traitant par l'acide azotique l'huile brute de houille, ne vaut aujourd'hui que 10 francs le kilogramme.

En énumérant les propriétés des sels d'acide picrique, et surtout en faisant connaître l'influence que la chaleur

Digitized by Google

exerce sur ces composés, nous pourrons analyser avec exactitude le phénomène de la détonation de ces sels.

Disons d'abord que l'acide picrique, qui entre dans la composition des picrates, est une substance solide et qui cristallise en lamelles brillantes. Il est peu soluble dans l'eau et d'une saveur très-amère. Se combinant avec toutes les bases, il donne naissance à des sels jaunes et cristallisables. Chauffé à 150 degrés, il se volatilise sans détoner; mais chauffé brusquement à une température plus élevée, il détone avec violence.

Les sels obtenus en saturant les bases avec l'acide picrique conservent la plupart des propriétés de cet acide. Le carbazotate, ou picrate de potasse, est le seul composé de ce genre qui soit employé dans l'industrie.

Le picrate de potasse forme des aiguilles cristallines d'un beau jaune d'or, à reflet métallique. Insoluble dans l'alcool, il exige pour se dissoudre 165 parties d'eau à 15 degrés, et 14 parties d'eau bouillante; il est donc à peu près insoluble dans l'eau.

Chauffé avec précaution, il devient rouge orangé à une température voisine de 300 degrés, puis reprend, par le refroidissement, sa couleur primitive. Il détone fortement quand on le chauffe à 315 degrés environ. Il s'enflamme aussi et détone avec force par l'approche d'un corps en ignition.

Porté graduellement à une température de 300 degrés, le picrate de potasse peut subir l'action de cette température pendant plus de quarante-huit heures sans détoner et sans que sa composition soit altérée, en un mot sans que ses propriétés physiques et chimiques soient modifiées. Il passe au rouge orangé vers 290 degrés, mais il reprend par le refroidissement sa belle couleur jaune. Il ne détone pas sous l'action d'un choc même très-violent; mais l'approche d'un corps en ignition, comme la flamme d'une bougie, suffit pour le faire éclater avec violence.

M. Désignolle, d'Auxerre, chimiste qui a étudié d'une manière approfondie le genre de sels dont nous parlons, a

Digitized by Google

donné une théorie complète des phénomènes de l'explosion du picrate de potasse. M. Désignolle pose en principe qu'il y a deux cas très-distincts à considérer dans la détonation du picrate de potasse, selon que l'on fait brûler ce sel à l'air libre ou en vase clos. Nous nous bornerons à considérer le premier de ces deux cas, c'est-à-dire la combustion à l'air libre.

Quand le picrate de potasse brûle simplement à l'air, sa combustion s'accompagne de la production de gaz azote et de bioxyde d'azote, de vapeur d'eau et d'acide cyanhydrique. Il reste comme résidu du charbon et du carbonate de potasse.

C'est ce que représente cette équation chimique :

$$\underbrace{C^{12}\,H^{2}\,K\,(Az\,O^{4})^{3}\,O^{2}}_{\text{Acide picrique}} = Az + Az\,O^{2} + 4\,CO^{2} + H,\,C^{2}\,Az + HO + KO,\,CO^{2} + 5\,C.$$

Ce qui veut dire qu'un équivalent chimique d'acide picrique produit, en brûlant, 1 équivalent d'azote, 1 équivalent de bioxyde d'azote, 4 équivalents d'acide carbonique, 1 équivalent d'eau et d'acide cyanhydrique, qui se dégagent. Le résidu solide est formé de 1 équivalent de carbonate de potasse et de 5 équivalents de charbon.

Arrêtons-nous un moment pour tirer des faits qui précèdent, une conclusion applicable à l'événement funeste de la place Sorbonne. On vient de voir que, d'après M. Désignolle, le picrate de potasse ne détone pas par le simple choc. Nous sommes ainsi conduit à rejeter l'explication à laquelle on s'était d'abord généralement arrêté, et qui consistait à attribuer le fatal accident au simple écrasement de quelques parcelles de picrate de potasse sous le pied d'un des malheureux employés de M. Fontaine. Le poids du corps d'un homme sur quelques parcelles de ces cristaux n'aurait pu suffire à provoquer leur inflammation, puisqu'un choc, même assez violent, ne produit pas cet effet.

Mais on vient de voir, d'un autre côté, que c'est par l'oxygène de l'air que le picrate de potasse se décompose et

Digitized by Google

s'enflamme, vers la température de 315 degrés. Il se comporte en cela comme la poudre à canon, qui peut être assez fortement choquée sous un marteau sans brûler, mais qui prend feu à l'approche d'un corps en ignition, et par le contact d'une seule étincelle.

De ces considérations, nous croyons pouvoir conclure que la catastrophe de la place Sorbonne ne peut s'expliquer qu'en admettant qu'une certaine quantité de picrate de potasse soit venue en contact avec une substance quelconque en ignition, allumette, papier enflammé, cigarette, etc. Malheureusement, aucune des victimes de cette terrible scène n'est là pour fournir les renseignements nécessaires, et il est à craindre que l'on en soit toujours réduit à des commentaires, à des suppositions du genre de celle que nous venons de présenter.

Cette explication, disons-le, est la même qui a trouvé une approbation générale pendant le procès auquel a donné lieu le malheureux accident de la place Sorbonne, et qui, jugé au mois de décembre 1869, s'est terminé par l'acquittement du malheureux Fontaine. M. Roussin, professeur au Val-de-Grâce, dans une déposition pleine d'intérêt, faite devant le tribunal, a formellement nié que la simple pression du pied ait pu déterminer l'explosion du picrate. Il a soutenu, comme nous venons de le faire, qu'une allumette enflammée, un bout de cigare jeté, ont seuls pu causer le désastre.

Nous n'avons pas encore rempli le programme des questions que nous avons à traiter. Il nous reste, pour satisfaire une curiosité bien légitime, à expliquer à quel titre le picrate de potasse entre dans la composition d'une poudre à canon, quel est le rôle qui lui est assigné dans la composition de la poudre, et quel emploi spécial reçoit la poudre à base de picrate de potasse.

Bien que les propriétés explosibles du picrate de potasse aient été connues de très-bonne heure, ce n'est que de nos jours que l'on a réussi à faire servir ce composé aux usages

Digitized by Google

de la guerre. C'est qu'il y avait là une grande difficulté à résoudre. Le picrate de potasse est un composé explosible éminemment *brisant*. Il appartient à cet ordre de substances qui, loin de déflagrer avec lenteur et de place en place, pour ainsi dire, comme la poudre à canon ordinaire, s'embrasent en un instant, et qui, en raison du dégagement subit des gaz résultant de leur inflammation, produisent un effet destructeur sur les armes : tel est le fulmicoton; tels sont les fulminates. Pour composer une bonne poudre de guerre avec le picrate de potasse, il fallait réussir à atténuer le pouvoir *brisant* de ce sel. M. Désignolle est parvenu à surmonter ces difficultés; il prépare et il a fait adopter une poudre à canon pour des emplois divers, que nous spécifierons tout à l'heure.

M. Désignolle fabrique la nouvelle poudre en mélangeant le picrate de potasse avec du charbon et du salpêtre; en d'autres termes, il remplace le soufre de la poudre à canon ordinaire par le picrate de potasse. En augmentant les proportions de charbon dans cette poudre, il arrive à atténuer le pouvoir brisant du picrate de potasse, et même à supprimer complétement cet effet destructeur.

C'est ainsi que M. Désignolle a pu composer, pour les énormes bouches à feu qui arment aujourd'hui nos navires cuirassés, des poudres à canon qui ne sont pas plus brisantes que la poudre noire, et qui impriment aux projectiles des vitesses bien supérieures.

Nous n'avons pas reçu de l'inventeur communication de la composition exacte des diverses variétés de poudre qu'il fabrique. Nous connaissons seulement les quantités de picrate de potasse qu'il emploie, pour obtenir, dans les différents cas, le maximum d'effet utile :

1° Pour les poudres brisantes, ce maximum est atteint par un mélange à parties égales de salpêtre et de picrate de potasse.

2° Pour les poudres non brisantes, c'est-à-dire les poudres à mousquet, les proportions de picrate de potasse peuvent varier de 12 à 20 0/0, suivant la vitesse initiale qu'on

Digitized by Google

veut obtenir. Cette poudre renferme aussi une certaine quantité de charbon.

3° Pour les poudres à canon, les proportions de picrate de potasse sont de 8 à 12 0/0, avec une certaine quantité de charbon.

La poudre au picrate de potasse se fabrique, depuis quelques années, dans les ateliers du gouvernement, particulièrement à la poudrerie du Bouchet. La manière de la fabriquer diffère peu d'ailleurs du mode de préparation de la poudre à canon ordinaire. Voici en quoi elle consiste :

Les matières pesées sont triturées à la main, avec l'addition d'une quantité d'eau qui varie de 6 à 14 pour 100, suivant la nature du mélange; puis portées dans les moulins à pilons, où elles subissent un battage qui dure de trois à six heures.

La poudre brisante, qui se compose seulement de picrate de potasse et de salpêtre, est battue pendant trois heures, tandis que les poudres à mousquet et à canon, qui sont composées de picrate de potasse, de salpêtre et de charbon, sont pilées durant six heures.

La trituration terminée, les poudres subissent une dessiccation de quelques jours. Ensuite elles sont mises en galettes au moyen de presses hydrauliques. La pression qu'on fait subir aux galettes varie de 30 000 à 120 000 kilogrammes, selon qu'on désire des poudres à combustion vive ou à combustion lente.

A leur sortie de la presse hydraulique, les galettes sont concassées, et portées dans un *grenoir* mécanique, où elles sont mises en grains, dont la grosseur varie suivant l'intensité des effets qu'on veut obtenir.

Les poudres étant grenées, on procède au *lissage*, au *séchage* et à l'*époussetage*, par les procédés ordinaires.

Les poudres au picrate de potasse préparées par M. Désignolle, sont, en définitive, de deux espèces : l'une, douée de propriétés peu brisantes, sert comme poudre à mousquet et à canon; l'autre est une véritable poudre brisante.

Digitized by Google

Cette propriété brisante, qui est d'habitude la terreur de l'artillerie, a pourtant une utilité dans quelques cas spéciaux.

Et d'abord, elle a des avantages certains pour l'usage de ces monstrueuses bouches à feu, auxquelles les progrès de l'art de la guerre nous ont forcément conduits, et qui sont devenues réglementaires tant pour le service des places fortes que pour l'armement des bâtiments cuirassés. Avec ces énormes calibres, qui engloutissent des kilogrammes de poudre à chaque coup, l'ancienne poudre à canon est devenue insuffisante. On la remplace, sans aucune crainte, par la nouvelle poudre au picrate de potasse, non en grains, mais réduite en globules, en billes presque aussi grosses que celles qui servent aux enfants. La portée des projectiles de ces grosses bouches à feu est sensiblement augmentée, sans que des effets brisants et destructeurs sur les parois de la pièce apparaissent d'une manière sensible.

Outre son emploi dans la grosse artillerie de terre et de mer, la poudre à base de picrate de potasse sert à charger ces terribles engins de guerre sous-marins connus sous le nom de *torpilles*, que l'on place à l'entrée des ports, et qui sont destinés à faire sauter les navires ennemis.

On a fait longtemps grand mystère de ces engins d'attaque et de défense sous-marine; mais aujourd'hui ce secret n'en est plus un, et il y aurait puérilité à cacher ce que le monde entier connaît et met en pratique. Disons, en conséquence, que les *torpilles*, véritables machines infernales appelées à défendre les ports, en menaçant d'une destruction certaine les bâtiments qui voudraient en forcer l'entrée, ne sont autre chose que l'invention, déjà bien ancienne, de Robert Fulton, perfectionnée par la science moderne et surtout par l'application de l'électricité.

Le fil conducteur d'une pile voltaïque permet de communiquer instantanément le feu à une quantité plus ou moins considérable de poudre brisante, contenue dans une énorme bombe, à parois très-épaisses. Les propriétés brisantes de la poudre au picrate de potasse, que l'on redoute, avec

Digitized by Google

raison, dans les armes à feu de petit calibre, sont, au contraire, recherchées dans ce cas nouveau. Ce que l'on demande, en effet, à l'agent explosible, c'est de réduire en parcelles, c'est de faire voler en éclats, non-seulement les parois métalliques de la bombe qui renferme la composition fulminante, mais encore tout ce qui se rencontre sur son passage, tout ce qui met obstacle à l'expansion des gaz instantanément formés dans ce volcan en miniature.

Les bâtiments cuirassés n'ont pas de plus terrible ennemi que cette mine qui se cache sournoisement au sein des eaux, et qui au moment voulu, à un signal donné, éclate en un torrent de feu et de gaz, qui emporte et fait voler en éclats tout ce qui se rencontre dans le vaste rayon de son activité.

La torpille sous-marine est donc, en résumé, une enveloppe métallique dans laquelle on enferme une certaine quantité de poudre au picrate de potasse. A l'aide d'un fil conducteur, isolé comme le sont les câbles télégraphiques sous-marins, et d'une pile de Volta établie sur le rivage ou à bord d'un bâtiment en station dans le port, on provoque, lorsqu'on le veut, l'explosion de la machine infernale.

Tout le monde sait que depuis l'année 1865 M. le vice-amiral de Chabannes a fait, dans le port de Brest et ensuite dans celui de Toulon, sur les effets destructeurs des torpilles, des expériences qui ont beaucoup attiré l'attention publique.

En 1866, on vit dans le port de Brest une vieille frégate mise en pièces par l'explosion d'une torpille sous-marine.

Le 20 avril de la même année, *le Louis XIV*, vaisseau-école de canonniers, procéda à une expérience du même genre. La torpille était plongée à 7 mètres de profondeur dans la mer et à 60 mètres environ du rocher de la pointe Léaube, dans la rade des îles d'Hyères. La pile voltaïque destinée à envoyer, grâce au fil conducteur, l'étincelle au

Digitized by Google

milieu de la masse de poudre, était installée sur ce rocher. Au signal donné par un pavillon à bord du *Louis XIV*, le feu fut mis instantanément à la torpille, par le courant électrique. Aussitôt, la mer fut soulevée sous forme d'une calotte sphérique, dont la hauteur pouvait être de 1 à 2 mètres et le périmètre de 25 à 30 ; un cône d'eau de 50 mètres de hauteur s'élança en l'air, entraînant avec lui le sable et la vase du fond, accompagné de nombreuses gerbes d'eau partant de la base du cône et atteignant à peu près la même hauteur.

Des expériences du même genre ont été faites, depuis plus de dix ans, chez toutes les nations militaires et maritimes des deux mondes, si bien que les torpilles sont maintenant au rang des engins réglementaires pour la défense des ports. Le nombre des torpilles à disposer dans un avant-port ou un port, leur distance, la profondeur à laquelle il faut laisser flotter l'appareil destructeur, l'emploi des mêmes moyens pour la défense des embouchures des fleuves, etc., ce sont là autant de questions qui forment l'objet des études actuelles des officiers des différentes marines de l'Europe.

La torpille sous-marine, c'est-à-dire la poudre au picrate de potasse enfermée dans une bombe, et devant éclater au moment voulu, est donc aujourd'hui en usage chez toutes les puissances maritimes. L'énorme provision de picrate de potasse (plus de 20 kilogrammes), qui fit explosion dans les magasins du malheureux Fontaine, était précisément destinée à charger des torpilles. C'était, en effet, au port de Toulon qu'on s'occupait de l'expédier, lorsque arriva la catastrophe.

Ainsi l'on peut dire que c'est une vingtaine de torpilles qui ont fait explosion, le 16 mars 1869, sur la place de la Sorbonne. Seulement, au lieu d'un navire ennemi, ce sont des murs et des maisons que l'infernale substance a ravagés et mis en pièces.

Digitized by Google

21

Recherches de M. Abel, directeur de l'arsenal de Woolwich, sur les matières fulminantes. — Observations de M. Sainte-Claire Deville sur les propriétés explosibles du chlorure d'azote.

Les cas multipliés d'explosions fulminantes survenues dans ces dernières années, et leurs désastreuses conséquences, ont attiré l'attention des savants spéciaux sur les conditions particulières dans lesquelles ces phénomènes peuvent se produire. M. Abel, directeur de la fabrication des poudres dans l'arsenal de Woolwich (Angleterre), a adressé sur ce sujet un mémoire à l'Académie des sciences de Paris. M. Dumas, secrétaire perpétuel, a fait un exposé des observations de M. Abel, et les *Comptes rendus de l'Académie* ont publié un long extrait de ce même travail.

Voici, en peu de mots, le résultat des observations de M. Abel sur les conditions dans lesquelles se produit l'explosion des matières fulminantes, et spécialement celles du coton-poudre.

On peut, suivant M. Abel, faire brûler le coton-poudre de trois manières : 1° par une combustion de place en place à la manière de l'amadou : c'est ce qui arrive quand on enflamme le coton-poudre avec un corps en ignition, de façon qu'il ne donne pas lui-même de flamme; 2° par une détonation *tranquille*, c'est-à-dire sans explosion; 3° enfin on peut faire détoner le même produit avec violence.

Quand on place le coton-poudre dans des conditions convenables, ses effets d'explosion peuvent être aussi énergiques que ceux que produit la nitroglycérine. Le secret consiste à réduire le coton-poudre en briquettes, en le soumettant à l'action d'une presse hydraulique et à l'enflammer au moyen d'une amorce très-fulminante, et spécialement au moyen du fulminate de mercure.

Les trois expériences suivantes que M. Abel a exécutées

Digitized by Google

montrent l'intensité avec laquelle l'explosion a lieu dans ces conditions :

1° Si l'on pose sur un cube de pierre à bâtir, de 50 ou 60 centimètres de côté, une briquette de coton-poudre comprimé, et qu'on l'enflamme, on constate, après l'explosion, au-dessous de la place occupée par le coton, une excavation de 40 centimètres de profondeur ; en même temps le bloc a été fendu en tous sens et s'est écrasé.

2° Si l'on place le coton-poudre comprimé dans un trou de 3 centimètres de diamètre, foré dans un bloc de fonte, ayant 40 centimètres de côté, sans ajouter aucune bourre, l'explosion détermine la rupture du bloc en nombreux fragments, qui sont lancés à de grandes distances.

3° Enfin si l'on pose sur le sol une briquette de coton près d'une palissade faite de pieux de 40 centimètres d'équarrissage, la détonation rase tous ces pieux et les projette au loin ; la partie du bois enfoncée dans le sol a été divisée en minces et étroites lanières.

M. Abel a observé dans le cours de ses recherches une particularité assez difficile à expliquer. Quand la nitroglycérine détone, elle fait détoner la nitroglycérine placée dans son voisinage, qui est pourtant hors de l'atteinte matérielle des flammes. De même, le coton-poudre, quand il fait explosion, détermine l'explosion du coton-poudre situé à quelque distance. Mais on peut impunément faire partir de la nitroglycérine à proximité du fulmi-coton, et réciproquement du fulmi-coton à proximité de la nitroglycérine. Il se passe donc là quelque chose d'analogue aux phénomènes musicaux, c'est-à-dire aux résonnances harmoniques des cordes qui déterminent la résonnance d'autres cordes placées à peu de distance.

La forme et l'épaisseur de l'amorce qui détermine l'explosion de la matière fulminante joue un grand rôle pour provoquer cette explosion. Telle provision de coton-poudre qui ne fait pas explosion avec une amorce d'une certaine dimension, éclate avec violence si l'amorce est volumineuse.

Digitized by Google

M. Abel entre, à propos de ce dernier phénomène, dans des considérations théoriques assez confuses, et dans lesquelles nous ne le suivrons pas.

La publication du mémoire de M. Abel a déterminé M. Sainte-Claire Deville à faire connaître les expériences auxquelles il s'est livré avec M. H. Hautefeuille pour déterminer la puissance explosible d'une substance très-fulminante, le chlorure d'azote.

M. Sainte-Claire Deville a préparé le chlorure d'azote en assez grande quantité, soit par l'action du chlore sur l'ammoniaque, soit en traitant l'acide hypochloreux par le chlorhydrate d'ammoniaque. S'étant procuré de 15 à 30 grammes de chlorure d'azote, MM. Sainte-Claire Deville et Hautefeuille ont pu, à l'aide du calorimètre de Silbermann et Favre, déterminer la quantité de chaleur de combinaison des deux gaz; ils l'ont trouvée de 38 450 calories. Ce chiffre énorme représente en même temps la chaleur dégagée dans la décomposition du chlorure d'azote, qui détone avec une énergie considérable.

Si l'on fait détoner subitement le chlorure d'azote en vase clos, la pression du mélange des deux gaz rendus libres développe une pression de 5361 atmosphères! Dans la détonation à l'air libre, la pression n'est plus que de 1690 atmosphères.

On voit quelle terrible puissance mécanique est développée, dans un espace de temps inappréciable, par l'explosion du chlorure d'azote. Cette évaluation numérique n'avait pas encore été faite dans les conditions de mesures précises qu'ont pu réunir MM. Sainte-Claire Deville et Hautefeuille.

22

Nouvelle poudre de guerre.

A la liste des poudres explosives propres aux usages de la guerre ou à l'exploitation des mines, c'est-à-dire à la

Digitized by Google

poudre-coton, à la nitroglycérine, à la dynamite et à la poudre Désignolle (composée de picrate de soude, de soufre et de charbon), il faut ajouter un agent nouveau, dont la composition et les propriétés ont été révélées à l'Académie des sciences par l'inventeur, M. Brugère, officier d'artillerie. Nous voulons parler de la poudre explosible au picrate d'ammoniaque.

On ne saurait préciser encore le rôle qui est réservé à cet agent balistique, et la place qui lui revient parmi les autres produits du même genre, déjà si nombreux; mais on peut, en attendant, faire connaître le mode de préparation et les propriétés spéciales de cet agent nouveau.

C'est en substituant au picrate de soude employé par M. Désignolle le picrate d'ammoniaque que M. Brugère compose cette nouvelle poudre explosive.

Le picrate d'ammoniaque se distingue des autres picrates en ce qu'il s'enflamme sans explosion et brûle lentement avec une flamme rougeâtre. Sa décomposition donne naissance à une masse énorme de produits gazeux, et explique la supériorité que ce sel doit présenter sur le picrate de soude, qui laisse un résidu fixe.

En associant le picrate d'ammoniaque au salpêtre, M. Brugère a obtenu des *poudres lentes*, dont la vitesse de combustion varie suivant les proportions des deux composants. Celle qui donne les meilleurs résultats comme poudre à tirer est formée de 54 parties de picrate d'ammoniaque et de 46 parties de salpêtre.

Dans la combustion de ce mélange, tout le charbon du picrate est brûlé; il se forme de l'acide carbonique, de l'azote et de l'hydrogène; le résidu est du carbonate de potasse.

La poudre au picrate d'ammoniaque s'enflamme avec détonation, par l'approche d'un corps en ignition; mais elle ne détone sous l'action d'aucun choc. Chauffée avec précaution (dans un bain de sable, par exemple), elle ne subit aucune modification jusqu'à la température de 150 degrés; elle prend alors une teinte rouge-orangé. A 190 degrés, le

Digitized by Google

picrate d'ammoniaque commence à se volatiliser sous forme de vapeurs jaunes, qui deviennent plus épaisses à mesure que la température s'élève. A 300 degrés le salpêtre fond, et à 310 degrés l'explosion a lieu. Si l'on a le soin de maintenir la température entre 200 et 250 degrés, on peut, par volatilisation, séparer tout le picrate d'ammoniaque.

Cette poudre, réduite à l'état de *galette*, brûle avec une vitesse moyenne de $0^{m},006$ par seconde. La vitesse de combustion de la poudre ordinaire dans le même état est de $0^{m},011$ par seconde.

D'après les expériences qu'il a faites pendant quatre mois, soit dans son laboratoire, soit au polygone de l'école d'artillerie de Grenoble, l'auteur pense que la poudre au picrate d'ammoniaque présente sur la poudre ordinaire les avantages suivants :

1° Elle est plus homogène que la poudre ordinaire, et, par suite, les effets qu'elle produit sont plus réguliers. Elle est, en effet, formée de deux corps qui, cristallisant facilement, peuvent être obtenus dans le plus grand état de pureté.

2° Elle est moins hygrométrique : 2 grammes de cette poudre, desséchés à la chaux vive et exposés ensuite à l'air du laboratoire, ont absorbé $0^{gr},007$ d'eau, tandis que 2 grammes de poudre ordinaire, placés dans les mêmes conditions, en ont absorbé $0^{gr},025$.

3° Le résidu de la combustion est moindre que celui qui résulte de la poudre ordinaire, il est moindre d'un quart environ, à égalité d'effet produit.

4° La fumée est presque supprimée et n'a aucune odeur ; celle qui se produit est due à un nuage de vapeur d'eau provenant de la combinaison de l'oxygène de l'air avec l'hydrogène à l'état naissant.

La dureté des grains, leur densité et la température à laquelle ils s'enflamment, sont sensiblement les mêmes pour cette poudre que pour la poudre ordinaire.

M. Brugère, en mélangeant le picrate d'ammoniaque au bichromate de potasse, a obtenu une poudre qui n'a pas

Digitized by Google

paru brisante, mais qui aurait peu d'avantages, car le résidu de sa combustion, formé de carbonate de potasse et de sesquioxyde de chrome, est considérable.

En mélangeant 25 grammes de picrate d'ammoniaque, 67 grammes d'azotate de baryte et 8 grammes de soufre, on obtient une poudre qui brûle très-lentement et par couches successives. La vitesse de sa combustion est de $0^m,040$ par minute, c'est-à-dire vingt fois moindre que celle de la poudre ordinaire. La flamme qu'elle répand est excessivement vive, et donne de beaux reflets verts. Ce mélange pourrait être employé, soit comme *feu de Bengale*, soit comme *artifice d'éclairage*. Il présenterait le grand avantage de donner peu de fumée en brûlant et de n'avoir aucune odeur.

Comme aucune expérience précise n'a encore été faite sur la force de projection de la nouvelle poudre, on doit se contenter, sans vouloir prédire l'avenir qui l'attend, de prendre note de sa composition et de ses qualités spéciales.

Digitized by Google

ART DES CONSTRUCTIONS.

I

Le canal maritime de Suez.

Il y a quatorze ans, lorsque nous entreprîmes l'*Année scientifique*, nous donnâmes un long exposé du grand projet qui consistait à relier la mer Rouge et la mer Méditerranée, par un canal creusé à travers l'isthme de Suez.

Aujourd'hui, cette œuvre gigantesque est terminée, grâce à l'énergie et à la persévérance de M. Ferdinand de Lesseps. Mais les travaux qui, dans l'*avant-projet du canal maritime*, tracé par les ingénieurs Linant-Bey et Mougel-Bey, ne devaient durer que six années, en ont demandé dix pour être achevés.

Nous allons faire un exposé rapide des travaux du percement de l'isthme durant cette période de dix années, en reprenant l'histoire du percement au point où nous l'avons laissée dans le premier volume de l'*Année scientifique*.

Nous rappellerons d'abord ce qui est dit dans notre exposé de 1856, qu'une commission internationale, composée d'ingénieurs de toutes les nations, avait rendu un verdict favorable relatif à la réalisation du projet que lord Palmerston voyait de si mauvais œil.

Afin de connaître le régime de la Méditerranée sur le rivage de l'Égypte où devait être bâtie la station de Port-Saïd, le capitaine Philigret, de Marseille, à bord de la corvette *le Yand-Becker*, stationna à 4300 mètres de la côte,

Digitized by Google

pendant tout l'hiver de 1857, qui est la plus mauvaise saison dans ces parages.

Le rapport du capitaine Philigret montra que les navires couverts par la pointe de Damiette, à 4300 mètres de la future ville de Port-Saïd, seraient à l'abri de la tempête, sans fatiguer leurs ancres. Quelle que fût l'impétuosité des vents, *le Yand-Becker* aurait pu, sur cent dix-sept jours de mouillage, communiquer quatre-vingt-onze jours avec la côte.

Ces résultats favorables amenèrent un nouveau rapport de la commission, qui approuva le projet et le plan d'exécution. M. de Lesseps entreprit alors, en France, en Angleterre, en Belgique, etc., de nombreuses conférences, où il cherchait à démontrer l'utilité du canal maritime. Il se fit de nombreux prosélytes par sa parole convaincue, sa foi inébranlable dans les brillants résultats que devait donner la réalisation de son projet.

M. de Lesseps s'adressa aux capitaux européens; il convia tous les pays à prendre part à l'entreprise et ouvrit une souscription publique en novembre 1858. Les conditions de la souscription étaient ainsi déterminées :

Le capital de la Compagnie (200 millions) était divisé en quatre cent mille actions, de 500 francs chacune. Un à-compte de 50 francs devait être versé avec la demande du souscripteur.

Malgré la malveillance de certains journaux anglais, organes d'une politique surannée, qui soutenaient que le placement était aventureux, il y eut en France 25 000 souscripteurs.

Le capital une fois formé, M. de Lesseps s'occupa aussitôt d'organiser l'entreprise.

Bien que le succès de la souscription eût réveillé les menées des adversaires (surtout anglais) du canal, bien qu'il fût représenté au vice-roi que le commencement des travaux constituerait un *casus belli*, M. de Lesseps donna solennellement le signal des travaux le 25 avril 1859. Après avoir fait planter à la tête de la tranchée jalonnée sur le

Digitized by Google

tracé du canal le drapeau égyptien, l'infatigable promoteur de l'entreprise prononça les paroles suivantes :

« Au nom de la Compagnie universelle du canal maritime de Suez, et en vertu des décisions de son conseil d'administration, nous allons donner le premier coup de pioche sur le terrain qui ouvrira l'accès de l'Orient au commerce et à la civilisation de l'Occident. Nous sommes tous réunis ici dans une même pensée de dévouement pour les intérêts des associés de la Compagnie et ceux de son auguste créateur et bienfaiteur, le prince Mohammed-Saïd.

« Chacun de vous, dit-il aux ouvriers qui l'entouraient, va donner son premier coup de pioche comme nous venons de le faire. Rappelez-vous que ce n'est pas seulement la terre que nous allons remuer, mais que vos travaux apporteront la prospérité dans vos familles et dans votre beau pays.

« Honneur à l'effendinah Mohammed-Saïd-Pacha!... qu'il vive de longues années! »

Nous allons essayer de donner une idée exacte des différentes phases qu'a dû traverser l'exécution de cet immense travail, l'une des œuvres les plus considérables, sans aucun doute, que l'art des constructions ait eu à accomplir dans notre siècle.

Toutefois, avant de donner l'exposé des opérations qu'il a fallu exécuter pour le creusement de ce canal gigantesque, nous jetterons un coup d'œil sur l'ensemble des résultats qui viennent d'être obtenus.

Dix ans ont suffi pour transformer un pays désert en une contrée que sillonnent maintenant des convois de chemins de fer, des barques et des vaisseaux de toutes les nations. La population de l'isthme, à peu près nulle autrefois, est de 43 000 habitants environ, dont 23 000 Européens et 20 000 indigènes. Trois villes importantes ont surgi: Port-Saïd et Suez aux extrémités du canal, Ismaïlia au milieu de l'isthme.

La longueur du canal est de 150 kilomètres, sa largeur est de 100 mètres. Son percement a nécessité le déblai de 75 millions de mètres cubes de terre. On a calculé que si

Digitized by Google

on mettait les uns à la suite des autres tous les *couffins* (paniers) employés seulement pour le déblayement du seuil d'El-Guisr, on formerait une ligne qui pourrait entourer trois fois la terre.

Jamais pareil travail n'a été exécuté avec autant de célérité ni avec d'aussi puissantes machines. Il nous suffira, pour prendre un terme de comparaison, de dire qu'à Paris, lors de l'Exposition universelle, on mit six mois à déblayer 400 000 mètres cubes de terre au Trocadéro, tandis qu'à l'isthme de Suez, dans les derniers temps, les dragues enlevaient *deux millions* de mètres cubes par mois.

Le canal maritime est accompagné du canal d'eau douce. Des fils télégraphiques et des poteaux d'amarrage s'échelonnent sur son parcours. Des habitations et des campements s'élèvent sur ses rives. Au lieu du silence de l'ancien désert, on trouve dans l'isthme le mouvement de la civilisation et le bruit de la vie.

A Port-Saïd, tête de ligne du canal sur la Méditerranée, les jetées assurent la sécurité aux navires, en même temps qu'un phare éclairé par la lumière électrique et d'une portée de 20 milles, guide leur marche. Quatre bassins d'une superficie totale de 52 hectares forment le port, dont les quais ont une longueur de 4 kilomètres 1/2.

Sur les bords du lac Timsah, à l'intérieur de l'isthme, s'est élevée une ville importante, qui a reçu le nom d'Ismaïlia, en l'honneur du vice-roi actuel. Là aboutissent le canal maritime, le canal d'eau douce et le chemin de fer d'Alexandrie et du Caire. C'est le siége de la direction générale des travaux; c'est là que sont centralisés tous les services. La nouvelle ville est propre, animée et ressemble à une oasis. On devine les destinées prochaines de cette cité à sa position remarquable de port maritime au milieu des terres.

A l'ouest du lac Timsah, entre Ismaïlia et Zagazig, s'étend l'antique vallée de Gessen, conduisant au domaine fertile de l'Ouady, que la Compagnie a revendu au gouvernement égyptien.

Digitized by Google

A l'autre extrémité du canal, c'est-à-dire sur la mer Rouge, la ville de Suez élève ses chantiers, ses hangars, ses ateliers. Rien n'y manque, entrepôts, bassin de radoub, brise-lames, larges quais, etc. Le canal d'eau douce et le chemin de fer aboutissent à cette cité, qui n'était, il y a vingt ans, qu'un pauvre village perdu dans les sables. Les paquebots de l'Inde et de l'Australie, de la Compagnie péninsulaire et orientale des Messageries impériales viennent jeter l'ancre dans la rade. Ce sera bientôt l'entrepôt du commerce de l'Europe et de l'Asie.

Voilà ce qui a été créé dans un intervalle de dix ans. Essayons maintenant de donner une idée de la série des travaux techniques qu'il a fallu exécuter pour obtenir de tels résultats.

C'est, avons-nous dit, le 25 août 1859 que le premier coup de pioche fut donné solennellement par M. de Lesseps sur la terre de l'isthme. Les travaux commencèrent immédiatement. Dix campements furent établis sur le tracé du canal. On commença les études pour le nivellement détaillé, ainsi que pour la levée de la carte hydrographique du lac Menzaleh. On se mit à creuser des puits pour l'approvisionnement d'eau des futurs campements.

Les ingénieurs et les ouvriers, tant étrangers qu'égyptiens, devaient appeler à leur aide tout leur courage. Le pays n'offrait partout qu'aridité et solitude. Le lieu où se trouve aujourd'hui Port-Saïd n'était qu'une bande de sable, large de 100 à 150 mètres, à peine plus élevée que le niveau de la Méditerranée, et comprise entre cette mer et le lac Menzaleh. Alentour, deux ou trois petits villages, perdus sur la plage, se composaient de quelques cabanes de pêcheurs.

Les travaux commencèrent sur ce point; mais peu à peu les ouvriers indigènes quittèrent les chantiers, et des sentiments d'hostilité se manifestèrent contre ceux qui étaient restés fidèles à leur tâche. L'eau douce allait manquer par la mauvaise volonté des autorités locales. M. de Les-

Digitized by Google

seps eut alors une véritable inspiration ! Il fit installer des chaudières pour obtenir de l'eau potable en distillant l'eau de mer. Ainsi disparurent de pénibles préoccupations.

Cependant on voulait faire le vide autour des ouvriers français, c'est-à-dire empêcher les ouvriers égyptiens et arabes de prendre part aux travaux. A quoi était dû ce revirement?

Le premier coup de pioche donné par M. de Lesseps avait ravivé la jalousie britannique, et l'Angleterre avait vivement sollicité le sultan de ne pas confirmer l'acte de concession. Ces intrigues avaient abouti, et c'est avec douleur que M. de Lesseps reçut de Mouktar-Bey, envoyé de la Porte, l'ordre de cesser les travaux.

M. de Lesseps s'adressa alors au gouvernement français, et bientôt une note énergique, émanée du cabinet des Tuileries, vint ramener le sultan à de meilleures dispositions. L'Autriche se joignit à la France, si bien que le complot anglais fut heureusement déjoué.

Malgré les mauvaises intentions des autorités à leur égard, les ingénieurs et les ouvriers français qui étaient restés à Port-Saïd continuaient lentement à élever des barrages, des chantiers et un hôpital. Deux appareils distillatoires leur fournissaient de l'eau douce; un service régulier avec Alexandrie leur apportait des conserves et des boissons.

Enfin, vers la fin de décembre, on vit les Arabes revenir aux chantiers. Les communications furent moins difficiles, et les travaux reprirent sous une vigilante direction.

L'entrepreneur, M. Hardon, qui avait signé un traité avec la Compagnie, et qui s'obligeait à faire les travaux aux prix des évaluations de la commission internationale (avec un dédit de 1 200 000 francs), installa son personnel. Dix grands chantiers furent établis sur le parcours du canal, à Port-Saïd, à Zaheireh (dans le lac Menzaleh), à Kantara, à El-Ferdane, à Bir-Abouh-Ballah, à Toussoum, au seuil du Sérapéum, à Gebel-Geneffé, à Chalouf-el-Terraba, à Suez.

Digitized by Google

Le campement de Gebel-Geneffé, au pied de la chaîne de montagnes de ce nom, servit à préparer l'exploitation de bancs de pierres calcaires, excellentes pour la maçonnerie, les enrochements des jetées et les murs des quais.

Les deux premières années furent à peine suffisantes pour mettre en train une si grande entreprise. Les opérations préparatoires furent, comme on peut se le figurer, extrêmement nombreuses. Elles consistaient dans l'étude de la géologie de la contrée, la construction des magasins, des hangars, des ateliers, l'établissement des chantiers, l'organisation des campements, l'élévation des maisons d'habitation et des hôpitaux, la construction des briqueteries, le forage des puits, l'acquisition et le montage du matériel de dragage, de terrassement et de navigation, l'exploitation de plusieurs carrières, l'approvisionnement de vivres et de matériaux, etc., etc.

Arrivé à ce point, nous suivrons l'exécution des travaux par campagnes d'une ou deux années.

Campagne de 1859 *à* 1861. — Il fallait, avant de commencer les travaux au milieu de l'isthme, ne point manquer d'eau douce dans cette région. Aussi le creusement du canal d'eau douce, dérivé du Nil et aboutissant vers le *seuil d'El-Guisr*, fut-il la première opération exécutée. On creusa simultanément les bassins de Port-Saïd, ainsi qu'une petite partie de la tranchée de Port-Saïd au lac Timsah.

La création des bassins et de la ville de Port-Saïd nécessita de grands efforts. Le lac étant très-bas, on effectua à sec le creusement d'un chenal, puis d'un canal de service. On conquit sur le lac de Menzaleh de grandes superficies de terrains pour l'établissement de dix voies ferrées, indispensables au transport des déblais. Deux grandes dragues munies d'un appareil nouveau, dû à l'ingénieur en chef, Moguel-Bey, fonctionnèrent avec succès. Cet appareil consiste en une toile sans fin, poussée par des rouleaux sur un plan perpendiculaire et mise en mouvement par le mécanisme de la drague même, dont les godets versent les dé-

Digitized by Google

blais sur le tablier. Dans sa marche continue, ce tablier transporte les dépôts de lui-même, sans main-d'œuvre et sans transbordement, à la distance voulue. Ces nouvelles dragues exécutèrent des déblais de 1000 mètres cubes par journée de dix heures.

Ces déblais permirent d'exhausser le niveau de Port-Saïd et de préserver ainsi la ville future et les chantiers des inondations produites par le lac Menzaleh, qui grossit beaucoup à l'époque des crues périodiques du Nil.

Pendant cette première période, les carrières du Mox, voisines d'Alexandrie, avaient été soumises à une exploitation en règle, et fournissaient des blocs destinés à former les jetées en mer. Deux jetées provisoires, dont l'une avait 275 mètres de long, permettaient aux navires de s'amarrer en toute sécurité. Aussi, dès le 15 avril 1861, Port-Saïd était-il devenu une ville de 2000 âmes et son port avait-il reçu 135 bâtiments, jaugeant ensemble 20 000 tonneaux.

Les travaux du seuil d'El-Guisr, où l'on devait commencer à creuser le canal maritime, furent attaqués. Un nombre considérable d'ouvriers fellahs étaient rassemblés sur ce point. L'entrepreneur général, M. Hardon, s'y était établi, et il pressait lui-même la construction d'abris pour les travailleurs. En plein désert, on avait, en quelques mois, monté une scierie mécanique, transporté 13 800 brouettes et plus de 20 000 madriers.

Au mois de janvier 1861, l'eau du Nil arrivait au seuil d'El-Guisr. En effet, pendant l'été de 1860, plus de 1200 indigènes avaient été occupés à creuser, de Maxamah à Bir-Abou-Ballah, une rigole pour amener l'eau douce nécessaire aux travailleurs.

Maxamah n'est point située sur le fleuve; mais, avant les travaux de la Compagnie, il existait un canal qui, partant de Zagazig, ville importante baignée par le Nil, aboutissait à Maxamah. C'est ce canal qu'on avait prolongé à travers les sables jusqu'à Bir-Abou-Ballah, sur le bord du lac Timsah, d'où de puissantes machines hydrauliques conduisaient l'eau jusqu'au seuil d'El-Guisr.

Digitized by Google

Campagne de 1861 *à* 1862. — Les travaux continuèrent à Port-Saïd, dont la population devint de mille Européens et de trois cents Arabes. A la jetée de l'ouest, on ajouta une deuxième jetée à l'est, en noyant mille mètres cubes de blocs tirés des carrières de Mex.

Cette jetée est destinée à protéger le littoral contre l'action destructive de la mer. Mais comme les fonds sont très-bas, on construisit à 1500 mètres du rivage, dans la direction de la jetée de l'ouest, un îlot qui pût servir de dépôt provisoire aux cargaisons des navires, et permettre ainsi de réduire considérablement leur stationnement dans la rade. Cet îlot devait mesurer 65 mètres de longueur sur 20 de largeur.

On creusa aussi le bassin de l'Arsenal dans le port. Le mouvement devint de plus en plus accentué dans le nouveau port. Du 1er mars 1861 au 1er mars 1862, Port-Saïd recevait 206 navires, jaugeant 40 000 tonneaux.

En janvier 1862, la rigole maritime était prolongée de Kantara à El-Ferdane, et l'eau de la Méditerranée arrivait au pied du seuil d'El-Guisr, qu'il restait à franchir pour arriver au lac Timsah.

La rigole maritime fut immédiatement utilisée pour les embarcations et les chalands. Elle avait un tirant d'eau d'un mètre vingt centimètres et une largeur de huit mètres. Entre Kantara et El-Ferdane, certaines parties avaient douze mètres. La partie creusée du canal maritime avait déjà 70 kilomètres de longueur.

Au pied du seuil, se trouvait un bas-fond, dont on fit un petit port.

Pendant que mille fellahs creusaient le canal de Kantara à Ferdane, qui permettait de transporter les matériaux au seuil d'El-Guisr, huit mille autres travailleurs se hâtaient de terminer le canal d'eau douce et de le faire aboutir au lac Timsah.

La longueur totale de ce canal était de 34 833 mètres; sa pente, de 0,478, sa largeur de $7^{m},70$ au plafond et de $12^{m},50$ à la ligne d'eau; sa profondeur était de 1^{m}, 20.

Digitized by Google

On avait dû, pour le creuser, déblayer 1 013 202 mètres cubes, et déjà 3000 tonnes de vivres avaient suivi ce chemin.

Le 2 février 1862, l'eau du Nil arrivait aux bouches du lac Timsah.

M. de Lesseps prononça, à cette occasion, les paroles suivantes, qui résument, sous un point de vue particulier, les progrès accomplis·

« Messieurs, nous célébrons l'arrivée de l'eau douce dans le désert par les travaux de notre canal maritime : c'est un événement! Il y a sept ans, en décembre 1854, je devais faire la première exploration du désert de l'isthme; il m'a fallu quinze jours de préparatifs, quarante chameaux, dont vingt pour l'eau, des tentes, des provisions de toute espèce, des gens d'escorte, de service, le tout pour quatre personnes.

« Avant d'arriver au lieu où nous nous trouvons réunis en ce moment, nous avions employé quinze jours et une dizaine de mille francs.... En janvier 1862, il y a trois jours, je suis parti du Caire dans une barque; après quarante heures de trajet, ayant traversé dans ma route, et sur une étendue de trente kilomètres, notre beau domaine de l'Ouady, j'ai débarqué à quelques pas d'ici, n'ayant dépensé que 20 francs.

« Ces deux exemples vous donnent la mesure du résultat obtenu par vos efforts énergiques et intelligents. »

Du Nil et de la mer, de Maxamah et de Port-Saïd, les ouvriers marchaient vers un même but, le lac Timsah, où ils devaient bientôt se rencontrer.

Un seul obstacle les arrêtait encore en 1862: c'était le seuil d'El-Guisr, où la Compagnie concentrait toutes ses forces.

Vingt mille ouvriers y furent réunis. Le canal maritime avait permis de rassembler en ce point tous les instruments de terrassement. Déjà sur deux chantiers les plus élevés au-dessus du niveau de la mer on avait obtenu de beaux résultats, car la tranchée avait été creusée à 2 mètres de profondeur.

Digitized by Google

Pour exécuter les terrassements, on essaya de plusieurs sortes d'appareils. C'étaient : les *wagonnets volants*, de M. Ballaud; les *brouettes accouplées*, la drague munie de la toile sans fin. Mais après tous ces essais on reconnut qu'il ne fallait point contrarier les habitudes des fellahs, et l'on en revint au procédé primitif, le plus simple, qui est le transport des terres par des couffins[1].

Les bâtiments et abris élevés le long de la ligne du canal maritime couvraient une superficie de 37 249 mètres carrés. Sept *gourbis* arabes occupaient un espace de 12 335 mètres carrés.

Campagne de 1862 *à* 1863. — Cette campagne embrasse le temps compris entre le 1er mai 1862 et le 15 juillet 1863.

On pressa activement le percement du seuil d'El-Guisr. On enlevait par mois environ 500 000 mètres cubes de déblais.

Grâce à l'accélération de ces travaux, au mois de novembre 1862 la Méditerranée communiquait avec le lac Timsah par un canal de 15 mètres de large et de 1 mètre 50 à 2 mètres de profondeur.

On creusa enfin un second canal parallèle, destiné à isoler le travail des dragues, à faciliter la circulation en débarrassant d'entraves le petit cabotage. On travailla jour et nuit sans interruption. Sans cesse de longues files de fellahs montaient les berges escarpées de 25 mètres de hauteur, sur des lattes posées en travers le long des madriers, et allaient jeter au delà de la crête le sable de leurs *couffins*. La nuit, les travailleurs étaient éclairés par des torches formées de branches d'arbres imprégnées de graisse. Des préposés spéciaux entretenaient constamment ces singulières torches.

Le 18 novembre, il ne restait plus qu'un coup de pioche à donner pour faire écouler les eaux de la Méditerranée

1. On appelle *couffins* les paniers remplis de déblais que portaient les ouvriers indigènes.

Digitized by Google

dans le lac Timsah. Il fut donné solennellement en présence d'une nombreuse assistance.

« Au nom de Son Altesse Mohammed-Saïd, dit M. de Lesseps, je commande que les eaux de la Méditerranée soient introduites dans le lac Timsah, avec la grâce de Dieu. »

A ces mots, les pioches creusent un sillon au centre du barrage, et l'eau se précipite en bouillonnant dans la nouvelle voie.

Le canal maritime était alors creusé sur une longueur de 75 kilomètres.

Pour amener les eaux de la mer jusqu'au milieu de l'isthme, à travers le seuil d'El-Guisr, il avait fallu déblayer 4 350 000 mètres cubes de terrain, les porter à 21 mètres de hauteur, et ils étaient revenus à 68 centimes en moyenne, ce qui portait la dépense à 2 750 000 fr.

Que restait-il à faire? Il restait à prolonger le canal maritime jusqu'à Suez. Mais pour exécuter ce travail il fallait encore amener l'eau douce auprès des travailleurs et, conséquemment, prolonger le canal d'eau douce de Bir-Abou-Ballah jusqu'à Suez.

En janvier 1863, 38 kilomètres de ce canal d'eau douce étaient exécutés.

Pendant cette même campagne le canal maritime fut creusé du lac Timsah au plateau de Troussoum, sur une largeur de 58 mètres et une profondeur de 2 mètres au-dessous de la Méditerranée. Les déblais furent de 6 millions de mètres cubes.

A Port-Saïd, à la même époque, on continuait les travaux. Tous les ateliers étaient en activité; d'immenses magasins étaient construits; l'îlot était terminé, et assurait les débarquements par tous les temps. Les jetées reçurent 17 000 mètres cubes de blocs, immergés du côté de l'ouest. Quatre dragues extrayaient sans cesse les remblais du terre-plein de la ville. En tout, vingt dragues fonctionnaient sur le parcours du canal maritime et vingt autres étaient commandées.

Douze cents Bédouins vinrent alors s'installer dans la

Digitized by Google

vallée de l'Ouady, sur les terrains de la Compagnie, attirés par des concessions temporaires de terrains auprès desquels coule le canal d'eau douce. 22 000 ouvriers égyptiens, 1500 ouvriers européens, 3500 indigènes employés dans les ateliers formèrent, avec les 1200 Bédouins, une population de 28 000 âmes dans une contrée qui était inhabitée trois années auparavant.

A Ismaïlia, où le canal maritime débouche dans le lac Timsah et où le canal d'eau douce aboutit également, de puissantes machines élévatoires envoyaient, par 80 kilomètres de tuyaux de fonte, l'eau douce à Port-Saïd.

A Suez, où un port devait être construit pour les besoins de la navigation du futur canal maritime, les travaux d'extraction étaient en pleine activité ; 21 dragues fonctionnaient et enlevaient chacune 10 000 mètres cubes de déblais par mois. La superficie des bâtiments avait presque doublé depuis un an ; elle était, en avril 1863, de 80 724 mètres carrés.

De plus, l'isthme de Suez était, à la même époque, relié à l'Europe par un télégraphe électrique.

Pendant cette campagne, M. Hardon, l'entrepreneur général des travaux, se retira, bien qu'il eût complétement réussi dans le travail préliminaire qui venait d'être accompli. Mais l'opposition anglaise venait de reprendre, et la Porte demandait de telles concessions à la Compagnie que les travaux durent être un instant non suspendus, mais ralentis. Dans de telles circonstances, M. Hardon reprit sa liberté, après avoir reçu de la Compagnie le dédit stipulé de 1 200 000 fr.

La Compagnie exécuta quelque temps ses travaux elle-même ; mais dans la campagne suivante elle adopta le mode d'entreprise à forfait, ce qui lui parut devoir abréger les délais et diminuer la dépense. MM. Borel et Lavalley d'une part, M. Couvreux d'autre part, furent les entrepreneurs des derniers travaux qu'il nous reste à décrire.

Campagne de 1863 *à* 1864.— Les travaux exécutés pendant cette campagne avaient amené, vers le mois de mars de l'année 1864, les résultats suivants:

Digitized by Google

Entre Port-Saïd et El-Ferdane, les ouvriers déblayèrent 1 200 000 mètres cubes et retirèrent du lac Ballah un banc de pierre gypseuse de 131 000 mètres cubes, qui en formait le fond.

Entre le lac Timsah et le Sérapéum, 2 150 000 mètres cubes étaient enlevés, et le canal maritime était ainsi allongé de 6300 mètres.

Pendant ce temps, les ouvriers indigènes attaquaient avec vigueur le seuil de Chalouf-el-Terraba, entre les lacs Amers et Suez.

Deux prolongements du canal avaient été exécutés, l'un vers Ismaïlia, où aboutit le canal d'eau douce ; l'autre à l'est du lac Timsah, vers le plateau des Hyènes, où l'on exploitait des carrières.

En treize mois, le canal d'eau douce avait été conduit d'Ismaïlia à Suez. Il avait nécessité le déblai de 3 347 000 mètres cubes.

Les conduites d'eau douce par les tuyaux de fonte étaient près d'arriver à Port-Saïd ; elles atteignaient Ras-el-Ech, et fonctionnaient sur une longueur de 64 kilomètres.

A Port-Saïd régnait toujours la plus grande activité. Quatre dragues et deux grues à vapeur creusaient les bassins. On montait vingt dragues nouvelles ainsi que des chalands et des grues. La ville, avons-nous dit plus haut, devait être bâtie sur les remblais formés par les terres ainsi extraites. La surface remblayée était alors à 2 mètres au-dessus du niveau de la mer et du lac Menzaleh, et occupait un espace de 119 000 mètres carrés.

Du 1er janvier au 31 décembre 1862, il était entré à Port-Saïd 295 bâtiments, jaugeant ensemble 48 759 tonnes.

Dès le 10 avril 1864, la conduite d'eau douce distribuait l'eau du Nil à Port-Saïd au moyen de bornes-fontaines. Deux réservoirs, l'un établi sur le plateau d'El-Guisr et d'une contenance de 5000 hectolitres, l'autre à Port-Saïd et d'une capacité de 7000 hectolitres, assuraient l'approvisionnement d'eau.

Campagne de 1864 *à* 1866. — Le 31 janvier 1865, la

Digitized by Google

communication entre Port-Saïd et Suez étant effectuée, moitié par le canal maritime, moitié par le canal d'eau douce, M. de Lesseps adressait aux chambres de commerce de France et de l'étranger une circulaire par laquelle il leur annonçait qu'un service de batelage était établi de Port-Saïd à Suez et d'Ismaïlia à Zagazig, desservant toutes les stations de l'isthme.

Des délégués de toutes les nations vinrent alors visiter les travaux de l'isthme. Leur voyage se termina par une déclaration signée qui manifestait leur enthousiasme pour l'œuvre de M. de Lesseps. Ils avaient mis vingt-sept heures seulement pour passer de la Méditerranée à la mer Rouge.

Quels sont les travaux qu'il avait fallu accomplir durant cette période pour obtenir ce résultat?

Le travail le plus considérable avait consisté à élargir le canal, dont la largeur fut portée de 56 mètres à 100 mètres. Cet élargissement avait permis de donner à la berge l'inclinaison d'une plage.

Pendant ce temps, la tranchée d'El-Guisr avait été élargie et approfondie. On avait creusé à sec un premier chenal partant du lac Timsah dans la direction de Suez. Ce canal, une fois rempli, permit aux dragues d'exécuter la presque totalité des déblais, depuis Timsah jusqu'au mamelon de Toussoum. Au delà, un autre chenal tout pareil était ouvert sur une longueur de 8 kilomètres. A Chalouf, on avait opéré la laborieuse extraction de 90 000 mètres cubes de terre et de 30000 mètres cubes de pierre.

Depuis les changements apportés par le gouvernement égyptien au firman de concession, la Compagnie avait renoncé aux ouvriers indigènes et les avait remplacés par des ouvriers pris dans toutes les nations : Européens, Arabes, Égyptiens, Syriens; si bien qu'en 1866 on comptait dans l'isthme 10 806 Africains ou Asiatiques et 7954 Européens.

Campagne de 1866 *à* 1867. — Pendant cette période, le service de transit maritime organisé par la Compagnie fut

Digitized by Google

en pleine exploitation et les recettes figurèrent déjà dans les états de la Compagnie.

A Port-Saïd, on exécutait les jetées de ce port au lac Timsah; le canal était creusé à 6 et 7 mètres de profondeur, et les talus s'inclinaient à 45 degrés.

Du lac Timsah aux lacs Amers, onze dragues fonctionnaient activement. Le seuil du Sérapéum était vigoureusement attaqué. Des lacs Amers à Suez, le canal était creusé à sec, et les déblais emportés sur les hauteurs.

Dans la rade de Suez, quatre grandes dragues remblayaient le terrain concédé à la Compagnie, et creusaient un bassin destiné au matériel d'exploitation.

Ce n'était alors qu'un immense chantier sur toute la longueur du canal. 60 dragues, 22 plans inclinés et 13000 ouvriers travaillant simultanément, exécutant le percement de l'isthme.

Le mouvement maritime de Port-Saïd s'était beaucoup accru depuis l'ouverture du transit entre les deux mers. Des marchandises expédiées par le roi de Siam traversèrent l'isthme, et un bâtiment de commerce de 80 tonneaux, *le Primo*, passa de Port-Saïd à Suez.

L'Angleterre avait enfin renoncé à ses longues intrigues contre l'entreprise; l'évolution d'opinion était complète chez nos voisins. Plusieurs hommes d'État anglais n'avaient pas craint de féliciter publiquement M. de Lesseps de l'œuvre glorieuse dont il était le promoteur. Le canal maritime avait rendu de grands services à l'Angleterre lors de l'expédition d'Abyssinie, ce qui lui faisait pardonner par nos jaloux voisins son origine française.

Campagne de 1867 *à* 1868. — Le 10 septembre 1868, la jetée de Port-Saïd était achevée, et tous les blocs nécessaires à l'achèvement de la jetée étaient confectionnés.

Le parfait état du chenal et des bassins était démontré par l'entrée dans le port de nombreux paquebots. Il ne restait plus, entre Port-Saïd et le lac Timsah, qu'à faire les dragages proprement dits.

Campagne de 1868 *à* 1869. — Le 16 juin 1868, le Corps

Digitized by Google

législatif avait autorisé la Compagnie à faire un emprunt de 100 millions qui avait été souscrit en quelques jours.

Peu de temps après, une ligne de chemin de fer était établie entre Suez et Ismaïlia. Au commencement de 1869, les jetées de Port-Saïd étaient terminées; le chenal avait atteint une profondeur de 9 mètres jusqu'à l'extrémité de la jetée ouest; 49 dragues achevaient d'égaliser les profondeurs entre Port-Saïd et les lacs Amers; le canal avait atteint partout sa largeur définitive. Des lacs Amers à Suez, il ne restait plus qu'à faire fonctionner les dragues, lesquelles travaillèrent d'abord aux 5 derniers kilomètres du canal qui avoisinent la mer Rouge. Le chenal de Suez était à peu près terminé; un brise-lames de 1500 mètres, exécuté en enrochements, protégeait l'entrée du canal maritime.

Enfin, le 16 août 1869, les eaux de la Méditerranée et celles de la mer Rouge s'unissaient dans les lacs Amers. C'était le couronnement de l'entreprise.

Comme tout le monde le sait, c'est le 17 novembre 1869 qu'a eu lieu l'inauguration solennelle du canal de Suez. Nous n'avons pas à raconter ici les cérémonies, plus ou moins officielles, qui l'ont accompagnée.

Quelques notes discordantes se sont mêlées au concert d'admiration et d'éloges qu'a excité l'aspect de la nouvelle voie, ainsi définitivement livrée à la navigation maritime. Les ingénieurs, qui ont examiné de près les travaux, critiquent l'exécution des jetées et redoutent leur altération par la mer. On croit également que les berges du canal, non protégées par des revêtements en maçonnerie, pourront être détériorées assez promptement par l'agitation des flots que provoquera le passage des navires à vapeur, ainsi qu'il arrive pour les bords de nos canaux intérieurs. Enfin l'ensablement par l'une ou l'autre mer, ou par les sables apportés par les vents du désert africain, n'est-il pas à craindre? Tout cela entraînerait la nécessité d'un entretien continuel du canal et de réparations coûteuses.

Digitized by Google

Il y a assurément du vrai dans ces critiques; mais nous n'avons encore aucun élément pour décider de leur véritable portée. Il est bien probable que le dernier mot de l'œuvre n'est point dit, et que des travaux ultérieurs seront indispensables. Mais saurait-il en être autrement? Pourrait-on avoir exécuté en dix ans une telle masse de travaux, de constructions et d'opérations mécaniques, sans avoir commis quelque négligence? L'entreprise du canal de Suez n'en sera pas moins le triomphe le plus éclatant qui ait couronné de nos jours l'audace du génie humain. Une tache n'empêche pas le soleil d'être le soleil.

Nous terminerons en donnant le tableau de l'abréviation des distances que va procurer le canal de Suez.

Cette diminution, vraiment énorme, aura lieu dans la proportion suivante, en rapportant à Bombay le but du voyage, pour prendre un terme commun de comparaison:

INDICATION des ports D'EUROPE ET D'AMÉRIQUE.	DISTANCE JUSQU'A BOMBAY par l'Atlantique.	DISTANCE JUSQU'A BOMBAY par Suez.	DIFFÉRENCE en faveur du canal de Suez.
	lieues.	lieues.	lieues.
Constantinople	6100	1800	4300
Malte	5840	2062	3778
Trieste	5960	2340	3620
Marseille	5650	2374	3276
Cadix	5200	2224	2976
Lisbonne	5350	2500	2850
Bordeaux	5650	2800	2850
Le Havre	5800	2824	2975
Londres	5950	3100	2850
Liverpool	5900	3050	2850
Amsterdam	5950	3100	2850
Saint-Pétersbourg	6550	3700	2850
New-York	6200	3761	2439
Nouvelle-Orléans	6450	3724	2726

Digitized by Google

2

Le percement du mont Cenis. — Système mécanique employé pour l'exécution du tunnel. — État actuel des travaux.

Il est une autre merveille de l'art des travaux mécaniques qui s'accomplit en ce moment, et qui est bien digne d'être rappelée à nos lecteurs, car, malgré toutes les prévisions contraires, elle approche assez rapidement de son terme. Nous voulons parler du tunnel des Alpes, de cet immense boyau souterrain, creusé à 1600 mètres de profondeur au-dessous de la montagne, et dont la longueur surpassera trois lieues de quatre kilomètres. Aujourd'hui encore une barrière colossale sépare la France de l'Italie, et pourtant des intérêts de tout genre appellent le moment où les communications pourront être librement et rapidement établies d'un pays à l'autre.

Depuis un an, il est vrai, on a posé sur le mont Cenis une voie ferrée à triple rail, sur laquelle circulent des locomotives d'un système nouveau, les locomotives Fell. Mais ce système est incertain, et il n'est pas toujours sans dangers. La neige qui recouvre la voie pendant les trois quarts de l'année, oppose des obstacles, quelquefois insurmontables, à la progression de la locomotive, qui ne peut d'ailleurs traîner jamais plus de deux ou trois wagons. Le petit convoi s'élève péniblement sur les pentes énormes du mont Cenis. Souvent même, une pièce du mécanisme étant brisée, la machine est forcée de s'arrêter. Il faut alors laisser locomotive et wagons redescendre par leur propre poids, jusqu'au point de départ, afin de réparer l'avarie, ou bien attendre l'arrivée d'une nouvelle machine pour remorquer le train en détresse[1].

1. Le 2 décembre 1869, un train de marchandises du chemin de fer

Digitized by Google

Le chemin de fer du mont Cenis, c'est-à-dire le système à triple rail, conception très-remarquable en elle-même, ne peut donc être considéré que comme un moyen provisoire destiné à faire attendre l'exécution du grand tunnel des Alpes, qui doit relier les chemins de fer de France à ceux d'Italie.

On comprend tout de suite la difficulté du travail qui s'accomplit en ce moment sous les profondeurs du mont Cenis. Le creusement et le déblayement d'un tunnel de chemin de fer est d'ordinaire une œuvre assez facile; quelques puits verticaux, percés de loin en loin sur son trajet, mettent les travailleurs en communication permanente avec l'air du dehors et permettent ainsi l'emploi régulier et continu de la mine. Une aération constante et active, expulsant les produits de la combustion et de la respiration, ainsi que la fumée de la poudre des mines, le forage s'effectue dans des conditions fort simples. Le cas est ici tout différent. Une épaisseur de montagne qui va en certains points jusqu'à 1612 mètres, pèse sur les travailleurs. A une telle profondeur, il est impossible d'établir des puits d'aérage. Cette difficulté, en présence de laquelle l'art de l'ingénieur ne s'était jamais vu, forme le caractère propre de cette entreprise extraordinaire.

Comment a-t-on résolu le problème consistant à mettre en mouvement, au fond d'un souterrain, sans communication avec l'air extérieur, des machines perforatrices propres à accélérer l'attaque des roches par la poudre? Comment est-on parvenu à procurer de l'air et de la lumière aux deux cent cinquante travailleurs chargés de diriger les outils perforateurs, d'enlever les déblais et de maçonner les parois du tunnel, le tout sans aucun puits d'aérage? C'est en ayant recours à l'air comprimé. L'air comprimé remplit ici

du mont Cenis, composé d'une locomotive et de deux wagons, dérailla, et fut précipité dans les abîmes. Le chauffeur fut tué, ainsi qu'un garde de nuit qui avait pris place sur ce train de marchandises. Un serre-frein fut grièvement blessé.

Digitized by Google

un double office. Il fournit aux besoins divers de la respiration des ouvriers, de l'entretien des lampes et de la combustion de la poudre. Il rend la vie possible dans ces profondeurs. Tel est son premier office. Son second office, c'est de servir d'agent moteur. Conduit par un tuyau, depuis les réservoirs placés à l'entrée de la galerie, jusqu'au fond de cette même galerie, l'air comprimé agit comme force mécanique sur les outils destinés à percer les trous dans la roche. D'un autre côté, une puissante machine aspirante, semblable, sauf le mécanisme moteur, à celles qu'on voit dans les mines, fonctionne sans cesse pour attirer au dehors l'air vicié par la respiration des ouvriers, par la combustion des lampes et celle de la poudre qui fait éclater les roches.

Le diamètre du tuyau qui amène l'air comprimé est de 20 centimètres; sa paroi a 1 centimètre d'épaisseur. D'ingénieux artifices lui permettent de s'allonger ou de se contracter suivant la température, sans se rompre. Les joints sont si parfaits que les fuites sont impossibles.

Les appareils pour la compression de l'air, le tuyau pour l'envoi de l'air comprimé à l'intérieur de la galerie, tout le matériel du travail et le personnel des ouvriers, sont établis, à peu près en même nombre, aux deux extrémités du tunnel en cours d'exécution, c'est-à-dire en France et en Italie. C'est du côté de l'Italie que les opérations sont en ce moment le plus avancées.

C'est là qu'un de nos physiciens, M. Cazin, a pris récemment une connaissance exacte des travaux, de leur état présent et du mode exact suivant lequel ils s'accomplissent. Dans une des réunions de l'Association scientifique de France, tenues, au mois de novembre 1869, à l'Observatoire impérial, M. Cazin a rendu compte de sa visite, et c'est d'après son intéressante conférence, qui a été publiée dans la *Revue des cours scientifiques*, que nous pourrons donner à nos lecteurs une idée de l'état actuel des travaux de percement du mont Cenis.

Si nous suivons M. Cazin dans son intéressante visite, si

Digitized by Google

nous nous transportons avec lui à l'entrée du tunnel, à laquelle on descend par un escalier de quatre cent cinquante-huit marches, flanqué des deux côtés par des conduites d'air comprimé, nous nous trouverons devant un boyau gigantesque, dans lequel le regard essayerait en vain de pénétrer. Pas un bruit, pas une lueur, dit M. Cazin, et pourtant deux cent quarante travailleurs et quarante chevaux s'agitent plus loin, à la clarté de trois cents lampes. Seulement, comme ils sont à environ 4000 mètres, ni le son, ni la lumière n'arrivent jusqu'à l'entrée de la galerie. Seule, l'agitation du carillon télégraphique avertit de la présence d'êtres animés au fond du gouffre ténébreux.

Étant placé à l'entrée de la galerie, on peut se rendre compte de la forme du tunnel. Sa section est à peu près celle d'un cercle dont le rayon serait de 4 mètres et le diamètre de 7 mètres 6 centimètres seulement. Ce dernier nombre représente la largeur du tunnel au niveau des rails. Deux voies ferrées sont posées pour l'aller et le retour des convois. Elles sont bordées, de chaque côté, de trottoirs de 70 centimètres de largeur. Dans l'intervalle des deux voies court le tube porteur de l'air comprimé. Les parois du tunnel, au fur et à mesure de leur avancement, sont revêtus de maçonnerie.

A l'entrée de la galerie est le grand bâtiment qui renferme la machine aspirante, destinée à extraire l'air vicié. C'est par la chute d'une énorme masse d'eau venant de la montagne, et non par la vapeur, que fonctionne la machine pour l'extraction de l'air vicié. Une cloche qui s'élève et s'abaisse successivement, par la pression de la chute de l'eau. produit un vide, lequel, se transmettant dans un tuyau qui fait suite à la cloche, détermine un appel vigoureux et continu de l'air vicié qui existe au fond des galeries. Ces appareils d'expiration extraient le nombre énorme de 48 000 mètres cubes d'air par minute.

La compression de l'air se fait au moyen d'une machine hydraulique semblable à la précédente, qui est mise en action par la même chute d'eau. Le tuyau par lequel l'air

Digitized by Google

comprimé pénètre dans la galerie est placé côte à côte avec le tuyau d'extraction de l'air vicié. Cet air comprimé est, comme nous l'avons dit, l'agent mécanique qui sert à pousser contre le roc les outils du forage, afin de préparer les trous qui doivent recevoir la poudre de mine et faire éclater le rocher.

Quant à la manière dont l'air comprimé fait agir les forets destinés à creuser le roc, elle exige une description particulière, car un outil spécial, le *perforateur à air comprimé*, remplit cette fonction. Voici quel est le mécanisme du perforateur à air comprimé.

Le foret est adapté à un piston renfermé dans un cylindre, dans lequel on fait arriver à volonté l'air comprimé. Le jeu d'un tiroir règle l'entrée et la sortie de l'air comprimé, de manière que le piston soit lancé en avant et rebondisse après le choc du foret contre la roche sans heurter les parois du cylindre. Un petit réservoir d'air comprimé, placé près du cylindre, agit sur une roue à rochet qui entraîne avec elle le foret et le piston et les fait tourner sur eux-mêmes. Le foret creuse donc le trou dans la roche en tournant comme une vrille. Quand le foret a marché en avant d'une certaine quantité, il agit sur un levier qui fait embrayer la roue à rochet avec un écrou qui est contre le cylindre où se meut le piston. Dès lors cet écrou tourne dans un pas de vis fixe qui le guide et pousse devant lui le cylindre. Ainsi la machine creuse la roche et avance en même temps. Un autre mécanisme permet à l'ouvrier de faire reculer tout l'appareil lorsque cela est nécessaire.

Voyons maintenant tous ces appareils en action. M. Cazin, qui a suivi les ouvriers dans leur travail au fond du souterrain, a donné de ce travail une description que nous allons résumer.

Après avoir traversé la partie du tunnel maçonnée, on arrive au chantier même du forage. Là, des mineurs percent des trous dans le roc, en se servant des petits forets mus par l'air comprimé que nous venons de décrire. Un plancher divise le tunnel en deux étages. Placés sur le plancher

Digitized by Google

supérieur, les mineurs percent les trous de mine; puis ils remplissent de poudre ces trous, s'éloignent à distance convenable et y mettent le feu.

Après l'explosion de la poudre, on envoie, en ouvrant un robinet, un jet violent d'air comprimé, qui chasse les vapeurs et les gaz de la poudre, et purifie l'atmosphère. Ensuite on pratique de nouveaux trous de mine, et ainsi de suite.

« A distance, la chaleur est modérée, dit M. Cazin, l'air est transparent, mais le fracas est insupportable, car devant nous agissent dix forets, frappant la roche deux cents fois par minute avec une force de 90 kilogrammes. La petite galerie d'avancement n'a que $3^m,70$ de largeur sur $2^m,60$ de hauteur. L'affût qui porte les dix machines perforatrices peut rouler sur deux rails; il est muni de diverses pièces à l'aide desquelles on oriente les machines qui doivent percer une centaine de trous, de 30 à 40 centimètres de profondeur en six heures, sur une section de 7 mètres carrés. Une machine à air spécial, montée sur le même affût, permet de le faire avancer ou reculer, et un frein sert à le fixer sur les rails pendant la perforation.

« Enfin, un second chariot ou *tender* est à la suite de l'affût et porte des réservoirs qui contiennent de l'eau et de l'air comprimé. Cette eau est injectée, à l'aide d'un tuyau flexible, autour de chaque foret dans le trou de mine; elle empêche l'échauffement de l'outil et entraîne les matières broyées. Une pompe, mise en mouvement par l'air comprimé, puise l'eau dans les puits pratiqués de distance en distance et l'introduit dans les réservoirs du tender.

« Lorsque les trous sont creusés, on les sèche avec un jet d'air et l'on introduit un certain nombre des cartouches dans les trous centraux, en laissant certains trous vides, afin de déterminer une ligne de moindre résistance. Alors on retire l'affût et le tender à trente mètres environ du front d'attaque, et les ouvriers s'éloignent à trois cents mètres. Quand la première explosion a eu lieu, il y a une brèche au centre de la roche; on introduit des cartouches dans d'autres trous et l'on y met le feu; on continue ainsi par série de huit. Au moment des explosions, toutes les conduites d'air sont ouvertes, afin de chasser la fumée le plus rapidement possible.

« Quand toutes les mines ont sauté, on charge les éclats sur

Digitized by Google

de petits wagons qui glissent de chaque côté de l'affût, et on les transporte sur les wagons de déblai, que les chevaux traînent sur la voie ferrée. »

C'est ainsi qu'avancent peu à peu les travailleurs employés à cette œuvre difficile et compliquée. Chaque jour on fait éclater 720 trous de mine, qui absorbent 220 à 250 kilogrammes de poudre. La série complète des opérations forme une *reprise* qui dure de dix à onze minutes; mais les *postes* d'ouvriers sont renouvelés trois fois par jour. Un ouvrier ne travaille que huit heures sur vingt-quatre.

Après avoir été témoin de ces travaux, M. Cazin regagne l'entrée de la galerie. Il retrouve de la fumée en repassant au milieu des travailleurs occupés à la maçonnerie de la voûte. C'est qu'il y a là deux courants d'air opposés : l'un venant du fond du souterrain, et qui est lancé par les machines à compression; l'autre venant de l'entrée, sous l'influence des appareils aspirateurs. Quand on a franchi ce passage, l'air redevient limpide, et l'on revient sans encombre à l'entrée du tunnel.

M. Cazin a traité, dans la conférence que nous analysons, quelques questions intéressantes. La première question est celle-ci : Comment a-t-on pu tracer la direction du tunnel à travers la masse de la montagne, sans avoir aucun point de repère, aucune communication possible avec les niveaux inférieurs du terrain?

MM. Borelli et Capello, ingénieurs italiens, effectuèrent en 1857 les mesures géodésiques qui étaient nécessaires pour résoudre ce problème, dont la difficulté était considérable. La commission adopta pour le tracé du futur tunnel deux lignes droites : l'une du côté de la France, partant de Modane, à l'altitude de 1202 mètres, avec une pente de $0^m,0222$ par mètre; l'autre partant de Bardonnèche, du côté de l'Italie, à l'altitude de 1335 mètres, avec une pente de $0^m,0005$ par mètre. Cette direction de Modane à Bardonnèche avait été indiquée depuis longtemps par

Digitized by Google

un savant et modeste ingénieur savoisien, M. Médail, comme étant la plus favorable.

Comment a-t-on assuré la rencontre de ces deux lignes? Il suffit qu'elles soient dans un même plan. Or, voici comment on y est parvenu. Sur le versant opposé à chaque côté du tunnel, on installa une lunette dont l'axe donnait l'alignement du souterrain. Au point culminant de la montagne (2950 mètres) se trouvait un théodolite, à l'aide duquel on jalonna le plan vertical qui devait contenir les lignes de pente des deux versants du tunnel. Il fut ensuite facile, à l'aide des repères de la montagne, de mettre dans ce plan les axes des lunettes servant à l'alignement. Ces mêmes repères sont encore employés dans le cours des travaux, pour vérifier fréquemment la direction des lunettes.

La longueur du tunnel, calculée d'après toutes les données de la triangulation, est de 12 220 mètres, c'est-à-dire plus de 3 lieues.

La seconde question, c'est la composition géologique des roches de la montagne que le forage a rencontrées. Il est extrêmement curieux de connaître quelles avaient été d'avance les prévisions de la science sur la nature des roches que l'on devait rencontrer en perçant la montagne. M. Élie de Beaumont, d'une part, et d'autre part M. Sismonda, géologue italien, avaient annoncé qu'en allant de la France en Italie, on devait rencontrer les couches suivantes : 1° une couche de schiste à anthracite sur une épaisseur de 1500 à 2000 mètres; 2° une couche de quartzite très-dur, de 400 à 600 mètres; 3° une couche de calcaire massif avec gypse, anhydrite et dolomie, de 2000 à 3000 mètres; 4° une couche de schiste calcaire, de 7000 à 8000 mètres. On ne devait rencontrer, d'après MM. Élie de Beaumont et de Sismonda, aucune masse éruptive, car tous les terrains de cette partie des Alpes sont des stratifications de roches métamorphiques. Les quartzites seuls devaient, selon ces savants, présenter quelques difficultés pour la perforation.

Digitized by Google

Or, les terrains qui ont été traversés ont été les suivants, jusqu'au 1er octobre 1869 : 1° des schistes et grès houiller avec veine d'anthracite, sur une épaisseur de 1967 mètres ; 2° des quartzites, 381 mètres 75; 3° des gypses, anhydrites et dolomies, 355 mètres; 4° des schistes calcaires talqueux, 1448 mètres 75 du côté de Modane, 5986 mètres du côté de Bardonnèche. Ce qui reste à percer est sans doute formé du même terrain.

Ainsi, les prévisions de la théorie se sont trouvées vérifiées autant qu'on pouvait le désirer. M. Cazin a visité la collection minéralogique de Modane. On y voit l'anthracite et la pyrite dans les échantillons de première couche; le spath, le quartz, la pyrite, le talc dans ceux de la seconde; le gypse, l'anhydrite en houppes fibreuses dans la troisième ; le sel gemme dans la quatrième. C'est la confirmation complète des données qu'avait fournies par avance la géologie.

M. Cazin répond ensuite à cette question : A quelle époque le tunnel sera-t-il terminé? D'après l'activité du travail et la nature des roches qu'il reste à percer, d'après le degré d'avancement moyen sur l'un et l'autre versant, tout porte à penser que l'œuvre du percement du tunnel des Alpes sera complétement terminée dans deux ans. Il y a encore à exécuter, il est vrai, les raccordements du tunnel avec la voie extérieure, ce qui exigera le percement d'un tronçon de souterrain en ligne courbe à chaque extrémité. Mais ces travaux, qui rentrent dans le genre habituel, sont indépendants de ceux du grand tunnel, et, quand le moment sera venu, il sera facile de les pousser aussi activement qu'on le voudra.

Quelques personnes ont craint qu'il ne s'établît à l'intérieur du tunnel un vent très-violent, un courant d'air excessif, qui ne serait pas sans inconvénient pour les voyageurs. Nous avons déjà dit, en effet, qu'une pente très-sensible règne à l'intérieur du tunnel; l'entrée, du côté de la France, est à 133 mètres au-dessous de l'entrée de l'Italie. La pression moyenne de l'atmosphère est donc

Digitized by Google

plus grande à Modane qu'à Bardonnèche; d'autre part, la température est moindre sur le versant français. Ces deux causes réunies doivent produire un courant d'air allant de Modane à Bardonnèche; mais quelle sera sa vitesse? Il est difficile de le prévoir, dit M. Cazin; mais on n'a pas assurément à craindre un vent insurmontable.

Quel est le prix de revient de ces travaux d'un genre si anormal? Il dépasse de beaucoup, nous n'avons pas besoin de le dire, celui des tunnels ordinaires. La dépense totale se soldera par un chiffre de cinquante-quatre millions, si le tunnel est achevé avant le 1er janvier 1872.

Les gouvernements français et italien supporteront par moitié la dépense.

C'est aux talents d'un ingénieur italien, M. Sommeillier, que l'on doit la réussite de cette entreprise extraordinaire. Lorsque M. Sommeillier proposa pour la première fois, il y a près de quinze ans, de faire servir l'air comprimé, tout à la fois comme moyen d'aérage et comme agent mécanique pour le creusement des trous de mines, c'est-à-dire lorsqu'il formula le système qui est actuellement en usage, ce projet rencontra beaucoup d'opposition et on ne lui épargna même pas les railleries. Ce n'est que grâce à l'insistance de M. Sommeillier, et avec l'appui du ministre Cavour, que ce projet fut autorisé par le Parlement piémontais, le 15 août 1857. Le nom de M. Sommeillier doit être particulièrement attaché à ce grand travail; car c'est lui qui a inventé la machine perforatrice, dont nous avons donné plus haut la description, et le compresseur à pompe. C'est le même ingénieur qui a été chargé spécialement d'étudier et de mettre en œuvre l'ensemble des machines pour la compression de l'air et l'extraction de l'air vicié.

Les beaux résultats obtenus au tunnel des Alpes, grâce à l'emploi des chutes d'eau, doivent ouvrir les yeux sur les avantages des chutes d'eau employées comme agent mécanique. Ce système, si délaissé depuis la découverte de la vapeur, a donné dans les travaux du mont Cenis une

Digitized by Google

preuve éclatante de ses avantages dans certains cas particuliers.

M. de Cavour disait le 29 juin 1859 au Parlement de Turin : « Si cette invention réussit, elle peut produire des résultats considérables.... Avec une chute d'eau, on a ce que l'on demande à la houille. Or, nous avons en chutes d'eau plus de force motrice que l'Angleterre dans toutes ses mines de charbon. »

Le succès qu'espérait l'éminent homme d'État ne peut plus aujourd'hui être mis en doute; il a été éclatant, on peut le dire. Mais pourquoi ce qui a réussi en Italie ne réussirait-il pas également en France ? Aujourd'hui il existe au pied des Alpes italiennes une force de plus de trois cents chevaux qui, comprimant de l'air, crée une véritable puissance mécanique et transporte cette même puissance mécanique à 6 kilomètres de son point de départ, puis la fractionne pour servir au travail de mille petits outils.

N'est-ce pas là la solution du problème de la distribution économique de la force? Et pourquoi ces puissantes machines, transportées près d'une grande ville, sur le bord d'un cours d'eau, ne serviraient-elles pas à fractionner et à porter à domicile la force motrice économique, c'est-à-dire à résoudre le problème de la distribution des petites forces à bon marché?

C'est donc aux chutes d'eau, et non à la vapeur, que l'on pourra, dans bien des cas, demander la force motrice à bon marché. On a beaucoup usé et peut-être abusé, dit M. Cazin, de la machine à vapeur; il est fâcheux qu'on ait autant négligé les forces hydrauliques, car la force des cours d'eau est inépuisable. « Que nos vallées de la Savoie, ajoute ce physicien, ne soient donc pas seulement fréquentées par les touristes; mais qu'il s'y élève d'importantes manufactures, mettant à profit la facilité des communications avec l'Italie. »

Ainsi, l'exécution du tunnel des Alpes aura contribué à remettre en honneur un agent mécanique assurément trop

Digitized by Google

négligé de nos jours, et quelle que soit son issue définitive, ce gigantesque travail aura servi à ouvrir de nouveaux horizons à la science de la mécanique.

3

La Palestine de l'avenir ou le Ghor maritime et la canalisation de l'Arabah.

Dans le voisinage de la partie de l'Égypte où ont été terminés, en 1869, les travaux du canal gigantesque creusé pour réunir la Méditerranée à la mer Rouge, un membre de la Société géologique de France, M. le docteur Blandet, propose d'exécuter un travail non moins gigantesque que celui qui a été accompli sous la direction de M. de Lesseps.

Il s'agirait de faire entrer les eaux de la Méditerranée dans un sillon profond qui parcourt la Palestine parallèlement à la côte, et de relier cette mer nouvelle à la Méditerranée d'une part, et à la mer Rouge de l'autre par deux canaux analogues à celui de l'isthme de Suez.

Ce sillon, cette fente, cette fêlure de l'écorce terrestre est ce qu'on nomme le *Ghor*. Il s'étend du pied du Liban au golfe d'Arabah, et est en contre-bas du niveau de la Méditerranée. Ce sillon comprend le lac de Tabarieh, le lit du Jourdain, la mer Morte, le lit du Jeib, et descend ainsi jusqu'à la mer Rouge.

La position du Ghor, par son parallélisme à la côte dont il n'est distant que de quelques lieues, depuis Bahr-el-Huleh au nord jusqu'à El-Sathé au sud, est un phénomène hydrographique unique dans le relief du globe.

La profondeur de cette dépression est variée; elle atteint son maximum, 800 mètres, au fond de la mer Morte.

Pour introduire la Méditerranée dans le Ghor, le point de la côte le plus favorable, d'après le docteur Blandet, se-

Digitized by Google

rait le plateau de Galilée, situé vers le 33e degré de latitude nord.

Deux tracés de ce canal offriraient leurs avantages et leurs inconvénients respectifs. Le golfe de Ptolémaïs et le lac de Tibériade (ou Tabarieh) sont ces deux tracés, partant l'un d'Akka pour aboutir à Ahmed en passant par Shagahur, l'autre de Haïffa pour aboutir à Hûman en passant par Abylin.

Le travail du percement du plateau de Galilée serait des plus faciles, car on n'aurait qu'à traverser 50 ou 25 kilomètres de sable ou de terrains meubles éocènes ou crétacés.

Il suffira évidemment de percer un seul versant du plateau, le versant occidental ou méditerranéen; car le faîte de partage une fois atteint, le flot trouvant une pente de 200 mètres pour 20 kilomètres, soit $0^m,01$ pour mètre, l'eau suivrait son cours à l'est jusqu'au remblai.

La distance du golfe de Ptolémaïs au lac de Tabarieh est d'environ 10 lieues. M. Blandet évalue la dépense à une centaine de millions de francs, en supposant une tranchée de 25 kilomètres de longueur, 8 mètres de profondeur et 50 mètres de largeur. On pourrait diminuer la dépense, ajoute-t-il, en remplaçant, pour le creusement du versant oriental, le travail humain par la chasse énorme d'une pente de 0,01. Il suffirait de faire une saignée à la mer par un petit canal de dérivation préalablement établi, pour amener le flot au faîte de partage, et au moyen de cette chute d'eau, on creuserait le canal définitif du plateau à la mer à l'aide de dragues et de machines mues par l'eau même.

S'étendant du 31e au 33e degré de latitude, sur une largeur variable et le plus souvent de 15 kilomètres, et sur une profondeur qui varierait de 800 mètres, maximum en mer Morte, de 300 dans le Ghor, 425 au lac de Tabarieh, etc., cette nouvelle mer submergerait le Jourdain, le Jeib, ainsi que les rivières latérales qui viennent se jeter dans le Ghor.

L'opération du remplissage du Ghor prendrait un temps

Digitized by Google

considérable. M. Blandet évalue à 240 milliards de mètres cubes la capacité du Ghor : en supposant un canal, un débit égal à celui de la Seine dans les crues, il ne faudrait pas moins de 2400 jours, soit 6 ans à peu près, sans tenir compte de l'évaporation et de la perméabilité du sol. En l'évaluant à 20 ans, on aurait une ascension quotidienne de 50 centimètres en mer Morte et de moitié en Galilée. Ce sursis ne prendrait pas les inondés au dépourvu ; il constituerait pour ce pays une époque de transition, pleine d'accidents, de chutes d'eau, etc. : la Palestine serait alors une Suisse temporaire.

Voici, d'après le docteur Blandet, les conséquences médiates ou immédiates du Ghor maritime : la Judée transformée en péninsule et définitivement mise à l'abri de toute incursion des Bédouins ; — la vapeur ou la voile sillonnant le Ghor en tous sens ; — la mer Morte devenue moins salée, et poissonneuse, conséquemment ; — le climat de la Palestine, aujourd'hui ultra-continental et excessif, rendu tempéré et maritime ; — l'air de ce même pays ramené à sa pureté et à sa pression ordinaire, et l'homme ne respirant plus en contre-bas de 392 mètres, comme dans les mines, ou sous une cloche à plongeur ; — les eaux douces des Wadys refoulées supérieurement par le flot marin, s'arrêtant devant ce barrage naturel, et répandant, par une irrigation plus ou moins continue, la fertilité et la fraîcheur ; — le figuier, le myrte et le palmier sur les bords du Ghor, etc.

En face de ces immenses résultats, quelle perte entraînerait la submersion du Ghor? qu'y pourrait-on regretter? Une plage ou lagune salée, stérile, insalubre, inhabitée, inhabitable, foyer de pestilence où végètent quelques misérables bourgades. Jéricho serait la plus importante de ces masures submergées ; l'infortunée El-Riah irait donc rejoindre Gomorrhe, sous les flots : elle n'aurait pas moins de 273 mètres d'eau sur la tête. Les salines de Jebel-Usdom ne représentent aucune valeur réelle ; autour du lac de Tibériade seulement, la submersion ferait de véritables

Digitized by Google

dommages; ainsi l'important bourg de Tabarieh serait contraint de remonter la pente où il s'échelonne; Semak, au sud, Adoueiribân, à l'est du lac, devront être abandonnés, etc. Bethsaïda, au nord, serait-elle envahie? On l'ignore, car on n'a pas noté son altitude. Mais que sont, en résumé, ces légers dommages, cette part faite à l'eau, en regard des bienfaits immenses de l'immersion, résumés ainsi : une mer intérieure salubre, et tout autour un véritable jardin ou paradis terrestre, mots qui signifient la même chose dans les langues d'Orient?

Le Ghor inondé, on peut s'en tenir là, et relier par un chemin de fer son extrémité sud, Dogt-el-Bogla, avec le port d'Akabah sur le golfe de même nom, et assurer ainsi, à travers l'Arabah, le transit développé par le Ghor maritime. Cependant le mieux serait de creuser cet Arabah, d'y continuer le Ghor, et y opérer, comme à Suez, la jonction des deux mers, mer Rouge et Méditerranée. Pourquoi s'arrêter en chemin, puisque, géologiquement, l'Arabah et le golfe d'Akabah sont la même faille que le Ghor, faille remblayée par les sables dans l'Arabah, remblayée par le flot indien dans le golfe? Ainsi, l'œuvre veut être complétée; canal de Galilée et canal d'Arabah sont deux termes qui se commandent dans l'avenir.

Qu'on ne juge pas, dit M. Blandet, ce travail une superfétation, une doublure de l'isthme de Suez. Ces deux voies, bien que parallèles, auraient chacune leur raison d'être, leur clientèle nécessaire. A Suez le transit européen; mais à Akabah le transit de l'Asie. L'un serait le rendez-vous de l'Europe, l'autre du monde musulman. Tout le commerce de terre, caravanes, pèlerins, etc., aboutirait à Akabah. On cherche une route, un port pour Damas; mais cette route, ce port seraient trouvés : c'est le canal intermaritime, c'est le pont de Jacob devenu port de mer du Ghor supérieur. D'Yakoub part une route ancienne, celle de Kuneitirah, presque à plat, menant à Damas, et qu'on pourrait utiliser et convertir en voie ferrée; car jamais les montagnes du Liban ne seront la route

Digitized by Google

vraie de Damas. La voie asiatique d'Akabah n'est donc pas un double emploi. Quand le transit aura développé un mouvement inespéré, deux voies, jugées superflues d'abord, deviendront nécessaires. C'est ainsi que le génie américain ne craint pas de tenter, par plusieurs points, le percement de l'isthme de Panama.

Le percement d'Akabah pourrait être activé par le transport et l'emploi du matériel de Suez devenu disponible. Il s'agit non pas tant de creuser que de déblayer un boyau engorgé de sable. Le seul travail considérable serait le tunnel d'El-Sathé, lequel aurait néanmoins cet avantage d'abriter cette partie du canal contre les tourbillons du désert : car là est le danger de ces travaux, pour Suez surtout, situé sous le vent des déserts africains. L'Égypte a lutté et lutte contre l'envahissement des sables mouvants qui, depuis les pharaons et les sultans même, ont comblé les lacs et les canaux creusés de main d'homme. Le port de Suez, même avec un fond de 10 mètres d'eau, peut s'ensabler, puisque d'après la tradition il aurait livré passage aux Juifs. Akabah avec un fond de 160 mètres, une ceinture double de montagnes à l'est et à l'ouest, n'aurait rien à craindre de l'effet des sables.

Telle est l'idée du docteur Blandet. Elle demande à être discutée, envisagée sous tous ses aspects, mais, en définitive, paraît praticable. Utopie, dira-t-on peut-être. N'ayons pas toujours ce mot à la bouche. N'avons-nous pas vu souvent l'utopie de la veille devenir la réalité du lendemain ?

4

Le projet de tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre.

Tandis que, d'une part, on s'occupe d'examiner d'une manière approfondie le projet audacieux de M. Boutet, qui consiste à jeter un pont, à immenses portées, par-dessus

Digitized by Google

la Manche, on étudie, d'autre part, le système contraire, consistant à creuser entre Douvres et Calais un canal souterrain, éclairé par des puits d'aérage. Les gouvernements de France et d'Angleterre ont choisi d'un commun accord un ingénieur, M. Beckett, pour faire un rapport sur la possibilité de mettre ce projet à exécution. Cet ingénieur a lu tout récemment à la Société géologique de Dudley un mémoire relatif au projet de tunnel sous le détroit de Douvres.

M. Beckett expose le plan dont il s'agit en insistant sur le peu de profondeur de l'eau entre la France et l'Angleterre. D'après l'uniformité de hauteur des lits des deux côtés du détroit, il pense que le tunnel n'aurait à traverser qu'une même couche de terrain crayeux, couche qui ne renferme aucune crevasse, et qui serait dès lors presque imperméable à l'eau.

D'après M. Beckett, on se propose de construire deux tunnels parallèles; mais chaque tunnel ne renfermerait qu'une seule ligne de rails de chemins de fer. La dépense est estimée à 250 millions de francs.

Nous croyons ne pouvoir donner au lecteur une meilleure appréciation du projet de tunnel entre la France et l'Angleterre qu'en reproduisant l'article suivant de M. Paul Laurencin qui a paru dans le journal *le Public*.

« Le Pas-de-Calais, ce canal étroit qui sépare la France de l'Angleterre, est large d'environ trente kilomètres, mesuré entre la pointe Eastware, près de Douvres, et le cap Gris-Nez, en France. Sa profondeur moyenne, du côté de l'Angleterre, est d'une vingtaine de mètres, du côté de la France de quarante-cinq, et il se trouve séparé en quatre canaux par les bancs rocheux de Varne et du Colbart, collines de grès et de sable recouvertes de quelques mètres d'eau. Quant au lit du détroit, au sol sur lequel roulent ses flots, c'est un plateau d'assiette régulière, à ondulations à peine sensibles, formé d'un lit d'argile compacte alternant avec des bancs de grès vert.

Ce détroit n'a pas toujours existé, mais il a remplacé un isthme par lequel les Iles Britanniques se rattachaient au continent, isthme qui s'étendait entre le cap d'Antifer, en France,

Digitized by Google

celui de Saint-Albans, non loin de l'île de Wight, et se prolongeait au nord jusqu'à l'embouchure actuelle de la Tamise, en formant une vallée peu profonde que parcourait un fleuve central dont les bancs de Varne et de Colbart semblent marquer les anciennes rives.

A cause de son peu de largeur, de sa situation entre deux mers continuellement agitées, le Pas-de-Calais est d'une navigation difficile à peu près en tous temps; parfois même, durant les tourmentes de l'automne et de l'hiver, cela devient impossible, et les relations entre les ports anglais et français, relations extrêmement actives, comme on le sait, sont forcément interrompues.

D'un autre côté, c'est à contre-cœur que le commerce moderne s'astreint aux transbordements qui peuvent endommager les marchandises et, dans tous les cas, les surcharger de frais inutiles; aussi l'exécution d'une voie de système quelconque, qui remplacerait la traversée maritime, serait-elle chaleureusement accueillie.

L'idée de supprimer la traversée maritime du Pas-de-Calais n'est pas précisément nouvelle. Au commencement du siècle, en 1802, un ingénieur des mines avait présenté au premier consul un projet de tunnel sous le détroit. D'après les plans conservés à l'Institut, ce tunnel devait se composer d'une galerie aérée par de hautes cheminées en tôle implantées dans des enrochements.

Plus tard, en 1846, MM. Franchot et Tessier proposèrent de poser au fond de la mer un énorme tube-tunnel de fonte, à l'intérieur duquel circuleraient les convois de chemins de fer; puis M. Payerne voulut constituer au fond du détroit une série d'enrochements, au sein desquels serait ménagé un passage voûté et cimenté.

En 1857, un ingénieur distingué, M. Thomé de Gamond, démontra la possibilité d'unir la France à l'Angleterre par un tunnel creusé au sein des masses de grès et d'argile qui constituent le fond du Pas-de-Calais. M. Thomé de Gamond faisait partir du cap Gris-Nez et de la pointe Eastware deux galeries se rejoignant à l'îlot de Varne, où était ménagée une station centrale.

Enfin, tout récemment, un autre ingénieur, M. Boutet, émit l'idée de jeter un pont suspendu d'une seule arche entre les falaises des deux pays si longtemps rivaux. C'était une arche immense de trente kilomètres de portée, digne de rivaliser avec celle qui unit la terre au paradis d'Odin, et sur laquelle passent les âmes des braves se rendant au Walhalla.

Digitized by Google

Devant les énormes dépenses qu'aurait exigées la mise à exécution de ce projet un tant soit peu aventureux, M. Boutet l'a réduit à des proportions plus modestes; il partage le détroit en dix sections, par neuf piles en maçonnerie destinées à soutenir le tablier d'un pont suspendu dont les arches mesureraient trois mille mètres d'ouverture.

A ces projets ajoutons encore les tunnels sous-marins de M. Hue, celui de M. Favre, le pont de M. Royd, ingénieur anglais, et celui de M. Burel, qui devait reposer sur cent cinquante piles d'appui.

Ce n'est plus sur un pont, ce n'est plus sous un tunnel que M. Burel veut franchir le Pas-de-Calais; son projet ne tend à rien moins qu'à la suppression à peu près totale de ce détroit. Il veut entreprendre entre la France et l'Angleterre la contre-partie de ce qui vient de réussir si heureusement entre la mer Rouge et la Méditerranée; au lieu de couper un isthme, il veut créer, ou plutôt rétablir, celui que les géologues pensent avoir existé il y a sept ou huit mille ans.

Le projet est grandiose, mais est-il praticable? Tout porte à le croire, et, pour notre part, nous avouons le préférer à tout projet de pont et de tunnel.

Un pont, de quelque système qu'il soit, pont de M. Boutet, ou pont tubulaire, sera toujours une œuvre extrêmement coûteuse de construction et d'entretien. Quant aux garanties de solidité et de résistance aux tempêtes, ceci est une question que l'expérience peut seule résoudre.

Percer un tunnel sous le Pas-de-Calais n'est pas une œuvre impossible; la science des ingénieurs contemporains ne reculerait pas plus devant le percement de cette galerie que devant celle du mont Cenis; mais de ce côté l'inconnu prend de larges proportions. La résistance de la couche à percer et l'épaisseur de roche laissée entre la voûte et la mer rendraient certainement l'exécution d'un tunnel sous le Pas-de-Calais moins difficile que celle d'un tunnel creusé à Londres dans les argiles délayées de la Tamise; cependant qui peut garantir d'avance que les eaux de la mer pesant sur ce tunnel ne s'y infiltreront jamais en quantité suffisante pour l'inonder?

A l'appui de ce système, on cite les mines d'étain de Cornouailles, dont les galeries souterraines pénètrent sous la mer à de très-grandes distances. C'est vrai; mais oublie-t-on que des pompes d'épuisement puissantes et nombreuses ne cessent de fonctionner jour et nuit, sans le moindre instant de relâche d'un bout de l'année à l'autre, et que, malgré ce labeur inces-

Digitized by Google

sant, les ouvriers travailleurs sont parfois plongés dans l'eau jusqu'à mi-corps?

Si le projet de pont présente l'avantage d'éviter aux voyageurs des appréhensions bien légitimes pendant une course d'une heure, au sein d'une galerie sombre et humide, le tunnel sous-marin a cependant pour lui d'être plus pratique, plus économique et même, croyons-nous, d'une réussite plus certaine; de plus, il n'ajouterait pas de nouvelles entraves à la navigation déjà si difficile du détroit.

Ce serait donc le meilleur projet à adopter, si le plan proposé par M. Burel ne réunissait tout à la fois les avantages du pont et ceux de la galerie souterraine, en créant sur sol ferme une voie à ciel ouvert.

L'idée de ce plan a pour origine l'endiguement de la basse Seine, de Rouen à Quillebœuf.

Il y a vingt ans, on voulut rétrécir le lit de ce fleuve, afin de donner au courant une force suffisante pour chasser les sables qu'à chaque marée le flot amoncèle à l'embouchure, entre Caudebec, Quillebœuf et la pointe du Hoc. Pour cela, M. le Mire, ingénieur, chargé de cet important travail, fit jeter de chaque côté du fleuve et à une certaine distance des rives des amas de pierres formant des lignes de monticules allongés, sans solution de continuité.

A chaque marée montante, le flot recouvrait ces digues; mais, en se retirant, les eaux de la mer laissaient se déposer derrière elles une partie des sables et des matières terreuses qu'elles tenaient en suspension, et s'écoulaient par les interstices des amas de pierres servant en quelque sorte de filtre à clarifier. Après quelques années, le sol compris entre la ligne de pierre et les anciennes rives s'était élevé insensiblement, si bien qu'aujourd'hui des prairies se sont formées là où autrefois roulaient les flots limoneux de la Seine, dont le lit ou chenal s'est rétréci, approfondi, régularisé; actuellement, les navires d'un tonnage assez fort peuvent, sans aucun danger, remonter jusqu'à Rouen.

Ces rangées de pierres, jetées sur une ligne déterminée d'avance, sont appelées *digues à pierres perdues* ou *digues submersibles*, et c'est sur leur adoption que M. Burel fait reposer son système de formation de l'isthme du Pas-de-Calais.

Ces digues submersibles seraient constituées à une certaine distance de chaque rivage et à mesure que la mer aurait opéré elle-même le remblai, c'est-à-dire comblé son lit entre le rivage et la première digue par des dépôts de sables, de limons et de

Digitized by Google

galets; une seconde rangée de pierres perdues serait jetée en mer, également remblayée par l'action du flot, et les digues s'avanceraient ainsi progressivement jusqu'à ce que le sol ferme reconstitué vînt se souder d'une part au banc de Varne, de l'autre à celui de Colbart.

La profondeur de l'eau n'est pas un obstacle à l'établissement de ces digues : la fameuse digue à pierres perdues qui forme la rade de Cherbourg est longue de 3600 mètres et sa base repose à trente-trois et trente-quatre mètres au-dessous de la surface des marées basses.

Entre les deux bancs formant la tête des enrochements, on laisserait une ouverture d'un kilomètre de large pour le passage des bâtiments. Le détroit serait ainsi réduit au trentième de sa largeur actuelle, et se trouverait transformé en un canal aux eaux tranquilles, à courant alternativement dirigé du sud-ouest au nord-est ou du nord-est au sud-ouest, selon les mouvements de la marée.

La reconstitution de l'isthme permettrait de reconquérir aux dépens de la mer un sol ferme au-dessus duquel serait établie une voie ferrée ordinaire, et locomotives et wagons franchiraient le canal resté libre sur d'énormes bacs ou pontons à vapeur semblables à ceux qui, depuis vingt ans, font franchir le golfe écossais de Forth aux trains du chemin de fer d'Édimbourg à Perch et à Aberdeen.

Ces pontons-bacs devraient naturellement avoir des dimensions en rapport avec leur mission, et M. Burel propose de leur donner celles du fameux géant des mers, *le Great-Eastern*.

Selon son auteur, le grand travail dont nous venons de donner un aperçu exigerait deux cents millions de mètres cubes de pierres — un bloc qui aurait mille mètres de long sur autant de large et deux fois à peu près la hauteur du dôme des Invalides, du sol au sommet de la lanterne. — Ces pierres, empruntées aux falaises crayeuses et de facile exploitation qui forment les côtes de France et d'Angleterre, amenées sur chemins de fer au point voulu, reviendraient à 0 fr. 80 c. le mètre cube, soit, pour la construction des digues, une somme de cent soixante millions de francs, à laquelle s'ajouteraient soixante-huit millions pour l'établissement de la voie ferrée et dix millions pour les quatre bacs à vapeur destinés au passage des trains.

En totalité, la voie sur un sol ferme et à ciel ouvert coûterait deux cent trente-huit millions. Mais de cette dépense il convient de déduire le prix de vente de cent ou de cent-vingt mille hectares de terrains reconquis sur la mer, — terrains excellents

Digitized by Google

comme prairies; — si bien qu'en les évaluant à trois mille francs l'hectare, soit trois cents à trois cent soixante millions, l'opération se solderait finalement par un bénéfice de plus de cent millions.

Tel est, en résumé, le projet de M. Burel pour la suppression du Pas-de-Calais, projet qui reproduit sur des proportions gigantesques les travaux du même genre entrepris et menés à bonne fin à l'embouchure de la Clyde en Écosse, de la Seine en France, ceux de l'immense jetée de Folkestone, de la digue de Cherbourg, et qui aurait pour résultat d'abréger de cinq heures la distance qui sépare Londres de Paris, ces deux véritables capitales de l'Europe. »

5

Un second tunnel sous la Tamise.

On se souvient des péripéties émouvantes auxquelles donna lieu la construction du premier tunnel passant sous la Tamise, et qui fut exécuté par l'ingénieur Brunel. Plusieurs fois les eaux du fleuve envahirent les travaux avec une rapidité foudroyante. Les crevasses par lesquelles elles s'étaient introduites ne furent bouchées qu'à grand'peine. Le tunnel de Brunel ne donne plus aujourd'hui passe aux piétons, mais bien aux convois d'un chemin de fer.

On établit en ce moment à Tower-Hill, sous la direction de M. Barlow fils, un autre tunnel, qui est tout près d'être achevé.

Le travail de percement a été opéré à l'aide d'un bouclier tubulaire en fer, d'environ $2^{m},40$ de diamètre. Ce bouclier est aussi destiné à agir comme cloison en cas de besoin. A mesure que l'on fait avancer le bouclier à l'aide de fortes vis, des ouvriers qui sont en avant dégagent le front d'abattage, pendant que d'autres, en arrière du bouclier, montent le tube qui doit constituer la paroi définitive du tunnel.

Digitized by Google

Le tube est composé d'anneaux de $0^m,45$ de longueur, et chaque anneau est lui-même formé de quatre segments. Trois de ces segments sont de mêmes dimensions, le quatrième n'étant à proprement parler qu'une petite plaque ou clef de $0^m,38$ de largeur. Le diamètre intérieur du tunnel est de $2^m,10$. On posera une voie et les passagers seront d'abord descendus au niveau du rail par un monte-charge vertical, puis monteront dans un omnibus mû en partie par la gravité, et en partie par une machine fixe placée à l'une des extrémités du tunnel.

Les *Annales industrielles* qui nous fournissent les renseignements qui précèdent ajoutent qu'une méthode nouvelle est employée dans ce travail : c'est le remplissage de l'espace libre entre l'extérieur du tube et le sol tout autour avec un coulis de chaux bleue du lias.

Cette chaux est éminemment hydraulique et très-souvent préférée au ciment par les ingénieurs anglais. Chaque plaque ou segment du tube est percé d'un trou, et c'est par ce trou qu'on injecte le coulis jusqu'à refus. Le mélange prend si rapidement qu'il est inutile de fermer le trou après l'injection.

Il reste à voir maintenant comment le métal se comportera en présence du mortier; il est bien à craindre que l'oxydation ne soit considérable. Cette méthode est pourtant excellente au point de vue de la solidité de l'ensemble.

6

Paris port de mer, études de MM. Aristide Dumont et Louis Richard sur le projet d'un canal maritime de Paris à Dieppe.

Il n'est personne qui n'ait entendu parler du curieux et séduisant projet consistant à créer sous les murs de la capitale un véritable port maritime, et surtout qui ne se soit demandé, à cette occasion, comment il serait possible de faire arriver des navires de l'Océan jusqu'à Paris, ville

Digitized by Google

située à soixante mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer. Cette question est d'ailleurs bien ancienne, car elle remonte jusqu'à Louis XIV; et depuis Colbert et Vauban bien des idées, plus ou moins sérieuses, ont été mises en avant à ce propos. Les études n'ont donc pas manqué ici, mais jusqu'à ce jour aucun document technique n'avait permis au public de se faire une idée exacte de ce projet, de démêler, en ce qui le concerne, le vrai du faux, de séparer l'utopie de la conception sérieuse. Une belle publication consacrée à ce sujet a paru en 1869[1]. Elle émane des deux ingénieurs à qui l'on doit les recherches les plus approfondies sur cette matière, et c'est grâce à son secours que nous allons pouvoir donner à nos lecteurs une idée générale du problème de *Paris port de mer* et de la solution qu'il peut recevoir.

Il est de toute évidence que Paris ne sera une capitale complète que lorsqu'elle sera accessible à la navigation maritime. Il y a dans la création d'un grand port de commerce à Paris une première raison, morale en quelque sorte. Quand on se trouve à Londres, on sent que l'on est bien au centre d'un immense mouvement de civilisation, au moins quant au point de vue matériel; car on a sous les yeux des navires, des équipages et des marchandises, qui convergent en ce lieu de tous les points du monde. C'est ce qui manque à Paris, et ce qui fait qu'en dépit des merveilles et des spectacles variés qu'elle offre aux regards de l'étranger, la capitale de la France ne donne pas l'idée d'un véritable centre universel.

Après cette raison, toute de sentiment, il en est une autre, véritablement économique et financière. Les chemins de fer, malgré leur puissance, ne suffisent pas pour

1. *Études sur le projet d'un canal maritime de Paris à la mer et la création d'un port de commerce à Paris*, par M. Aristide Dumont, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et M. Louis Richard, ingénieur au chemin de fer des Charentes, avec cartes et plans. Paris, 1869, chez Dunod.

Digitized by Google

transporter, avec l'économie désirable, la masse d'objets et de marchandises encombrantes qui sont nécessaires à l'alimentation de Paris, masse qui est d'ailleurs destinée à s'accroître avec le temps, dans une proportion considérable. Les chemins de fer qui réunissent Paris à la côte de la Manche, par Dieppe ou le Havre, ne peuvent pas transporter la tonne de marchandises (houille, céréales ou matériaux de construction) à moins de 6 ou 7 francs, ce qui, en raison de la distance de Paris au Havre ou de Paris à Dieppe, donne trois centimes pour le prix du *transport d'une tonne par kilomètre*. Ce prix est d'ailleurs la limite extrême à laquelle les chemins de fer puissent descendre, pour couvrir leurs dépenses de toute nature. Or la création d'un canal maritime de Paris à la mer permettrait d'amener ces mêmes marchandises de Dieppe ou du Havre sur le marché de Paris, non au prix de 6 ou 7 francs la tonne, mais à celui de 3 ou 4 francs au plus, c'est-à-dire de réduire de près de moitié les frais de transport.

Il est manifeste que le prix du transport des matières premières étant ainsi réduit, toutes les manufactures, toutes les industries parisiennes recevraient une impulsion correspondante.

Mais comment établir un port maritime à Paris, qui est séparé de Dieppe, par exemple, par une longueur de 200 kilomètres de chemin de fer, et qui est élevé de 60 mètres au-dessus du niveau de la mer? On ne peut songer sérieusement à canaliser la Seine de Paris au Havre, en lui donnant la profondeur voulue pour le tonnage des grands navires, et semant d'écluses tout son parcours. Le projet, plus ou moins modifié, auquel on s'est toujours arrêté, consiste donc à creuser de Paris à la mer un canal de largeur et de profondeur suffisantes pour recevoir les navires de commerce, en munissant ce canal, sur tout son parcours, d'un nombre suffisant d'écluses pour racheter la différence de 60 mètres qui existe entre l'altitude de Paris et le niveau de la mer.

Par le mot *Paris port de mer*, il faut donc entendre deux

Digitized by Google

choses : 1° la création, aux portes de la capitale, d'un grand port de commerce analogue à ceux qui existent à Londres, à Liverpool et dans toutes les grandes villes maritimes de l'Europe ; 2° un canal maritime destiné à réunir ce port à la mer, de telle sorte que les vaisseaux de la marine marchande puissent y aborder en tout temps. Le port de Paris serait un immense bassin creusé non loin du mur des fortifications, et entouré de docks, de magasins, et de tous les moyens mécaniques usités pour la manutention des marchandises.

Ainsi l'entreprise de la création d'un port à Paris est, en quelque sorte, un projet double. Ni le port, ni le canal ne peuvent se séparer, ils dépendent l'un de l'autre ; le canal seul ne remplirait pas l'office que l'on recherche, et les docks, sans le canal maritime, seraient une entreprise avortée, comme l'expérience l'a déjà prouvé.

Les avantages, l'utilité immense d'une libre communication entre Paris et la mer, ont depuis longtemps frappé les économistes et les administrateurs. Colbert et Vauban s'en préoccupaient, et, depuis Louis XIV, l'idée d'ouvrir Paris à la navigation maritime a été le désir des grands ministres et des hommes supérieurs qui ont présidé au gouvernement de la France.

Dès la fin du siècle dernier, c'est-à-dire en 1776, les ministres de Louis XV donnaient à deux ingénieurs, MM. Forfait et Sganzin, la mission de faire une reconnaissance du cours de la Seine, afin de savoir si on ne pouvait pas l'approprier au rôle de canal maritime.

Napoléon Ier caressait ce même projet dans les trop rares moments où la paix lui faisait des loisirs ; et l'on a bien souvent cité la parole profonde qu'il prononça en disant, un jour où il avait été appelé au Havre : « Paris, Rouen et le Havre sont une même ville dont la Seine est la grande rue. »

Ce fut sous la Restauration, en 1825, que l'on aborda sérieusement l'idée de créer un canal maritime aboutissant à Paris. A cette époque, on le sait, le gouvernement avait

Digitized by Google

entrepris avec une grande énergie la création d'un réseau complet de voies navigables. Le projet de Paris port de mer fut sérieusement agité à cette occasion, et soumis aux études des ingénieurs. Une commission, présidée par le prince de Polignac, et dont faisaient partie MM. Berryer et Charles Dupin, demanda et obtint du gouvernement l'autorisation d'étudier l'établissement d'un canal maritime de Paris au Havre. Des commissions d'ingénieurs et de négociants furent organisées pour approfondir la question, au double point de vue de l'art et de l'exploitation commerciale. Après plusieurs années d'études, on acquit la conviction qu'il était possible d'établir un canal maritime de Paris au Havre par les vallées de Normandie.

Le projet de ce canal comprenait deux parties. La première section du canal, allant de Paris à Rouen, avait une longueur d'environ 200 kilomètres; elle devait coûter 90 millions, sans comprendre les docks de Paris et de Rouen, qu'on estimait à 25 millions. A partir de Rouen, on suivait la Seine jusqu'à Saint-Paul; puis de Saint-Paul au Havre, on creusait un canal latéral, de la longueur de 67 kilomètres. Les travaux à faire, soit pour approfondir la Seine de Rouen à Saint-Paul, soit pour construire le canal latéral de Saint-Paul au Havre, étaient estimés à 70 millions.

On proposait d'établir le port de Paris dans la plaine de Grenelle ou dans celle de Gennevilliers. La Compagnie voulait organiser simultanément le canal maritime et le port; elle voulait créer les docks de Paris sur les bases de ceux de Londres et de Liverpool.

Le projet du chemin de fer de Paris au Havre, qui survint sur ces entrefaites, jeta quelque trouble, quelque hésitation parmi les fondateurs de la Compagnie. Arriva ensuite la révolution de 1830, et peu d'années après la phase de l'exécution des chemins de fer. C'est ainsi que l'on perdit de vue le canal maritime de Paris.

Ce projet n'a été repris sérieusement qu'en 1863. A cette époque, on revint à l'idée de créer un canal maritime

Digitized by Google

direct de Paris à Dieppe. M. Aristide Dumont, ingénieur en chef des ponts et chaussées, fut chargé, par une association de capitalistes, de faire l'étude technique de ce projet. M. Dumont crut devoir s'adjoindre, pour cette étude, M. Louis Richard, ingénieur civil, un des élèves les plus distingués de l'École centrale des arts et manufactures.

Le projet, rédigé en 1863 par MM. Aristide Dumont et Louis Richard, consistait : 1° à créer les ports et les docks de Paris dans la plaine de Gennevilliers; 2° à faire un canal maritime à double point de partage de Paris à Dieppe par Pantin, Creil, Beauvais, Gournay et Neufchâtel.

La Seine, de Paris au Havre, décrit des sinuosités infinies; par suite, on ne peut pas arriver à donner au canal maritime qui suivrait la vallée de la Seine une longueur moindre de 300 kilomètres. Or, le parcours par les plateaux de la Normandie, projeté par MM. Aristide Dumont et Louis Richard, ne comprenait que 190 kilomètres. C'était donc déjà un gain considérable de 110 kilomètres, il est vrai, en partie compensé par cette circonstance qu'on était obligé d'avoir plus d'écluses que dans le projet de 1825. Dans ce dernier, en effet, il ne fallait que vingt écluses pour descendre de la hauteur du port de Paris à la mer, tandis que dans le projet direct de Paris à Dieppe le nombre de ces écluses est de trente-trois.

Ce projet fut accueilli avec une faveur très-marquée. Cependant depuis cette époque les auteurs, ayant continué leurs études, sont arrivés à une solution définitive que nous allons exposer.

Le tracé direct adopté par MM. Aristide Dumont et Louis Richard quitte la Seine à Andrezy, gagne Gournay par Gisors. A Gournay, il se confond avec le premier tracé jusqu'à Dieppe. Par ce tracé nouveau, on ne compte plus que 142 kilomètres d'Andrezy à Dieppe. Il serait d'ailleurs facile de rectifier la Seine depuis le port de Paris, situé à Gennevilliers, jusqu'à l'origine du canal à Andrezy, de manière à réduire la distance entre ces deux points à

Digitized by Google

28 kilomètres, soit en totalité 170 kilomètres pour la ligne navigable de Paris à Dieppe.

L'ancien tracé de Paris à Rouen, par la vallée de la Seine, présentait, comme nous l'avons dit plus haut, une longueur de 195 kilomètres. Ainsi, en adoptant le tracé direct que l'on propose aujourd'hui, on économise *toute la distance de Rouen au Havre*. C'est là sans doute une immense amélioration sous le rapport de la distance. Il est vrai, comme nous l'avons déjà dit, que cette amélioration n'est pas toute gratuite; car, par l'ancienne direction de la vallée de la Seine, pour aller du port de Paris à la mer, on avait vingt écluses, tandis qu'étant obligé aujourd'hui d'élever le bief du canal à la côte de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, on est obligé d'employer trente-trois écluses; mais ce supplément de treize écluses est largement compensé par l'abréviation, la facilité et l'économie de la direction nouvelle.

Nous avons dit que le tracé quitte la vallée de la Seine à Andrezy, près de l'embouchure de l'Oise. A partir de ce point, on s'élève par une série de quinze écluses dans la direction de Dieppe, au niveau du grand bief de partage, d'une longueur de 76 kilomètres.

Arrivé à l'autre extrémité de ce bief, au delà de Gournay, on descend par dix-huit écluses à Dieppe.

Dans quelles conditions serait creusé ce canal maritime? Comment serait-il alimenté? Où emprunterait-il tout le volume d'eau nécessaire à son service? MM. Aristide Dumont et Louis Richard voudraient alimenter le canal, non pas exclusivement par le haut, comme nos anciens canaux, mais aussi par le bas.

« On établira, dit M. Aristide Dumont, de puissantes machines sur l'Oise, et ces machines, dont la force réunie sera de 3000 chevaux environ, refouleront les eaux de l'Oise par des tuyaux de fonte dans le bief de partage dont l'origine ne sera située qu'à quelques kilomètres de leur emplacement; on peut donc alimenter le bief de partage sans prendre une goutte d'eau à toutes les rivières du plateau normal, rivières utilisées

Digitized by Google

aujourd'hui par les usines nombreuses de cette riche contrée. Dans ce système d'alimentation exclusivement mécanique, nos puissantes machines fixes sont, si je puis m'exprimer ainsi, *les locomotives du canal.*

.... Le système d'alimentation proposé est donc très-pratique ; il dérive des progrès de la mécanique moderne ; il n'était pas possible de songer à un tel système en 1825, car l'élévation des eaux coûtait alors cinq, six fois plus qu'aujourd'hui. Un autre progrès dans l'art de la construction, qui facilitera encore l'établissement du canal, a été fait depuis cette époque : c'est l'emploi devenu fréquent et suffisamment économique de ces bétons-ciments qui nous permettront de constituer une cuvette entièrement imperméable sans élever outre mesure les dépenses. »

Le projet nouveau de M. Aristide Dumont repose donc sur les progrès les plus modernes de l'art des constructions.

Après la question du canal maritime, vient celle du port à créer sous les murs de Paris. MM. Aristide Dumont et Louis Richard, dans l'atlas qui accompagne l'intéressant mémoire dont nous donnons l'analyse, ont représenté, en deux jolies planches chromolithographiques, les deux ports à créer à Dieppe et à Paris. Simple point de départ du canal, le port de Dieppe offre, en lui-même, peu d'intérêt ; mais il en est autrement du port parisien. M. Aristide Dumont a déployé dans la conception et le plan de ce port et des bassins, docks, magasins, etc., toute l'imagination qu'on lui connaît. Il décrit en ces termes, dans son mémoire, le projet de cette création nouvelle, qui, si elle venait à se réaliser, serait une des plus grandes curiosités de la capitale.

« Le port de Paris, disent MM. Aristide Dumont et Louis Richard, sera établi dans la plaine de Gennevilliers. Il sera relié *à l'Arc de triomphe de l'Étoile* par une grande voie de 40 *mètres de largeur*, qui, après avoir traversé *les Ternes*, *l'avenue de la Porte-Maillot à Saint-Denis*, *Clichy-la-Garenne*, franchira la Seine sur un pont destiné en même temps à porter le chemin de fer réunissant le port maritime au chemin de fer de ceinture,

Digitized by Google

et se continuera dans toute la largeur de la plaine de Gennevilliers en longeant le port maritime.

Le port sera, en outre, desservi :

1° *Par la navigation de la Seine*, qui, à Saint-Denis, reçoit la batellerie du canal Saint-Denis et du canal de l'Ourcq ;

2° *Par un réseau de chemin de fer* qui parcourra tous les quais du port et se reliera avec le chemin de fer de ceinture de Paris.

Le port occupera, en quais et bassins, une surface de 270 hectares, ainsi composés :

Surface totale des quais.	173 hectares
Surface totale des bassins. . . .	97 —
Surface totale du port. .	270 hectares

La superficie des quais pourra donner lieu à une réunion de navires supérieure aux besoins ; dans les ports, on compte qu'un hectare peut contenir huit grands navires ; il pourra donc tenir dans le port de Paris, en réservant un cinquième pour le passage des navires, au moins 500 grands bâtiments.

Le port se divisera en un grand bassin principal, sur lequel aboutiront tous les quais, et six bassins intérieurs.

Ce grand bassin aura 2400 mètres de longueur et 300 mètres de largeur.

Chacun des bassins et des quais intérieurs aura une largeur de 200 mètres.

Ces dimensions sont calculées pour suffire au grand mouvement de marchandises que doit présenter le port de Paris.

Les quais seront couverts de docks pour l'emmagasinage des marchandises. Ces docks seront disposés de manière à être desservis par le chemin de fer qui se développera tout autour des bassins, et par des voies perpendiculaires à la voie principale qui pénétreront sous les bâtiments.

La surface des docks sera de 30 hectares ; cette surface a été calculée à raison d'un emmagasinage de 500 000 tonnes par an et de 1700 tonnes par hectare. Les quais seront garnis de grues hydrauliques et appareils de toute sorte, nécessaires au déchargement des navires ; des dispositions seront prises d'ailleurs pour satisfaire à tous les besoins du commerce dans les conditions les plus économiques.

Le port de Paris sera, comme nous l'avons dit, alimenté par les eaux de la Seine montées jusqu'au niveau du bassin par des

Digitized by Google

machines à vapeur en quantités correspondantes aux entrées et aux sorties des navires.

Ces eaux retourneront à la Seine par les deux écluses de sortie ; ce mouvement continu servira à nettoyer le port, qui d'ailleurs renouvellera entièrement le cube d'eau qui le remplit six fois par an, car le cube d'eau contenue dans les bassins étant de 7 760 000 mètres cubes, l'eau du port sera renouvelée entièrement en soixante jours. Ce même temps serait également nécessaire pour le remplir une première fois, si l'on n'avait pas à profiter d'abord de l'écoulement de niveau provenant de la Seine ; cet écoulement donnera au moins la moitié du volume nécessaire, en utilisant une époque où les crues portent la Seine jusqu'à la cote de 27 ou 28 mètres ; le remplissage total pourra donc être fait en moins d'un mois.

L'entrée du port est commandée par deux écluses de $4^{m},36$ de chute chacune, rachetant la différence de hauteur entre le niveau de la Seine à l'étiage et le niveau de l'eau dans les bassins.

Ces écluses seront disposées pour agir selon les crues de la Seine, avec doubles portes à trucs opposés.

Tout cet ensemble d'écluses, de quais, de bassins, de docks, d'appareils de chargement et de déchargement, se complète, comme nous l'avons dit, d'un chemin de fer, qui desservira toutes les parties du port, et le mettra en communication avec toutes les gares de chemin de fer, et, enfin, d'un pont sur la Seine qui sera la jonction avec la nouvelle ville maritime de Paris.»

L'organisation d'un grand port dans la plaine de Gennevilliers, avec toutes ses dépendances de magasins, docks, machines de raccordement et machines élévatoires, etc., est estimée par MM. Aristide Dumont et Louis Richard à la somme de 30 millions. Par des calculs dans les détails desquels nous n'avons pas à entrer, les mêmes ingénieurs ont cru pouvoir évaluer approximativement à la somme de 130 millions les dépenses nécessaires à l'exécution du canal maritime, des écluses, des machines élévatoires, etc. C'est donc, d'après les prévisions des ingénieurs, une somme de 160 millions qu'il faudrait consacrer à cette grande entreprise.

M. Aristide Dumont examine, dans le cours de son tra-

Digitized by Google

vail, les diverses objections que les intérêts actuellement existants pourraient élever contre la création d'un port et d'un canal maritime de Paris à Dieppe. Il se demande, par exemple, si le canal projeté menacerait les intérêts du chemin de fer de l'Ouest. Il croit que le canal maritime, non-seulement ne porterait aucun préjudice aux chemins de fer qui vont de Paris aux rivages de la Manche, mais qu'il leur rendrait, au contraire, un service réel, en donnant une vigoureuse impulsion à l'immense marché de la capitale. Par suite de la création du port maritime, le chemin de fer de l'Ouest verrait augmenter ses transports d'hommes et de marchandises. En Angleterre et en Belgique, il existe toujours un canal à côté d'un chemin de fer. Ces deux instruments de transport, au lieu de se nuire, s'aident l'un l'autre et prospèrent, parce que, grâce au canal, une foule d'usines peuvent s'établir fructueusement, parce que la richesse du pays s'accroît, et que, par suite, les transports et les relations des hommes et des choses s'agrandissent dans un cercle fort étendu.

Entre ces deux puissants instruments qui sont, en quelque sorte, la représentation matérielle du progrès de l'industrie, il ne saurait y avoir hostilité ; chacun d'eux répond à un besoin distinct, spécial. Tout pays bien organisé au point de vue des transports doit avoir non-seulement un réseau de chemins de fer, mais encore un réseau de canaux complet et perfectionné.

M. Aristide Dumont fait remarquer que la création d'un port et d'un canal maritime n'apporterait aucune perturbation fâcheuse ni à la navigation de la Seine, ni à tout le système des travaux publics de Paris. Le gouvernement a fait, depuis quelques années, de magnifiques travaux pour améliorer le cours de la haute et de la basse Seine, et il s'occupe depuis longtemps d'étudier les moyens de donner à la Seine, de Paris à Rouen, un tirant d'eau minimum de 2 mètres. Les travaux si remarquables d'endiguement exécutés sur la basse Seine, de Rouen au Havre, ont considérablement amélioré le tirant d'eau de la basse Seine ;

Digitized by Google

il est aujourd'hui de 5 à 6 mètres. Tous ces beaux résultats n'enlèveraient rien de l'intérêt du canal maritime, qui en serait le couronnement naturel.

La création de ce canal, dit M. Aristide Dumont, n'amènerait point une révolution dans les usages, mais simplement une amélioration nouvelle des transports, et une disposition avantageuse des docks et des différents ports qui existent sur divers points de la Seine. Ces ports, aujourd'hui disséminés en divers points du cours de la Seine, aux abords et à l'intérieur de Paris, ces entrepôts isolés les uns des autres, sont loin, en effet, de réunir les admirables conditions économiques que les docks de Londres assurent aux marchandises; et pourtant le tonnage réuni de nos différents ports parisiens est déjà énorme.

En résumé, la création d'un canal maritime de Paris à la mer n'a rien d'impossible, d'après les plans savamment élaborés par MM. Aristide Dumont et Louis Richard. L'entreprise, bien digne de notre époque, qui transformerait en un port de mer la capitale de la France, imprimerait une impulsion nouvelle à notre génie maritime, et relèverait notre marine marchande de la regrettable infériorité dans laquelle elle languit aujourd'hui.

Lorsque les grands navires de commerce pourront atteindre directement le port et les docks de Paris, le fret de Calcutta, Londres, New-York et Valparaiso à Paris ne sera pas plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui de ces mêmes places à Rouen ou au Havre. Le commerce trouvera, dans la féconde organisation d'un vrai port et de vrais docks, des facilités qui nous sont encore inconnues. Paris deviendra ainsi l'entrepôt d'un grand nombre de pays de l'Europe.

Telles sont les idées, les suggestions les calculs, contenus dans l'intéressant mémoire de MM. Aristide Dumont et Louis Richard. Nous n'avons ni les documents nécessaires, ni la compétence exigée pour prononcer sur la va-

Digitized by Google

leur réelle de leur projet. Nous avons dû, en conséquence, nous borner à en donner un exposé fidèle, sans chercher à le critiquer, ni dans son ensemble, ni dans ses détails. Séduit, comme tout le monde, par l'importance d'un pareil plan, frappé des conséquences qu'il devrait nécessairement entraîner pour la prospérité de la capitale, nous l'avons fait connaître avec une véritable satisfaction à nos lecteurs. Quant à prononcer sur sa véritable valeur technique, c'est une tâche que nous déclinons.

7

Le réservoir et le barrage de Furens, travaux de M. Grœff.

Dans la séance du 14 décembre 1868, de l'Académie des sciences, M. le général Morin a lu un long rapport sur les travaux exécutés dans le bassin de la Loire, par M. Grœff, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en vue de prévenir les inondations du Furens, un des affluents de la Loire, ou plutôt, si nous voulons ne pas altérer l'objet scientifique de ce travail, un rapport sur le mémoire de M. Grœff, concernant le *mouvement des eaux dans les réservoirs à niveau variable.*

Les études de M. Grœff se rattachent à l'ensemble de travaux qui s'exécutent en France, depuis une dizaine d'années, pour prévenir le débordement des fleuves et rivières. On sait qu'à la suite des terribles inondations qui, en 1856, dévastèrent les vallées du Rhône et de la Loire, ainsi que celles de leurs affluents, l'Empereur, par une lettre datée de Plombières, le 19 juillet 1856, traça un programme de travaux à accomplir pour prévenir de semblables catastrophes, en modérant, en régularisant, s'il était possible, la marche des crues.

S'appuyant sur l'exemple remarquable de la digue de Pinay, élevée sous le règne de Louis XIV en 1711, à environ 30 kilomètres en amont de Roanne, dans le but de mo-

Digitized by Google

dérer les crues, et qui, en 1855, avait servi à emmagasiner dans le réservoir qu'elle limitait plus de cent millions de mètres cubes d'eau, et à préserver de cette manière la ville de Roanne et la vallée de la Loire d'immenses désastres, l'Empereur exprimait la pensée que, pour être efficace, ce système devait être généralisé, et il prescrivait que des études d'ensemble fussent faites le plus tôt possible par les ingénieurs des ponts et chaussées les plus compétents.

Le conseil général des ponts et chaussées soumit sur ces questions un programme des études auxquelles les ingénieurs du service hydraulique devaient se livrer, et partout ces recherches furent entreprises par les ingénieurs des ponts et chaussées avec la plus grande activité. Les affluents de la Loire supérieure, en particulier, furent l'objet d'études nombreuses confiées, sous la direction de M. l'inspecteur général Comoy, aux ingénieurs des départements. Le Furens, l'un des plus dangereux torrents, et qui a si souvent inondé la ville de Saint-Étienne, a été, de la part de M. Grœff, l'objet de recherches aussi remarquables que persévérantes, recherches qui sont à la fois générales et spéciales à ce bassin.

M. Morin, dans le rapport qu'il a présenté à l'Académie des sciences, donne un long exposé des travaux géométriques et hydrologiques que M. Grœff a exécutés, pour préluder à la construction des immenses réservoirs destinés à retenir les eaux des fleuves et des rivières dans le cas de crue subite. Nous ne suivrons pas le savant rapporteur dans l'exposé des différentes méthodes, tant d'observation que de calcul, imaginées par M. Grœff pour la solution du problème à résoudre. Nous parlerons seulement des applications qui ont été faites des principes posés par cet ingénieur pour la construction de vastes réservoirs établis ou projetés dans diverses parties des bassins de la France, en vue de prévenir les débordements des rivières.

La première application de ses travaux, faite par M. Grœff, est relative à l'étang de Gondrexangue (départe-

Digitized by Google

ment de la Meurthe), qui sert de réservoir alimentaire au canal de la Marne au Rhin, et qui a plus de 500 hectares de superficie. Un autre projet, rédigé par M. Grœff, concerne un réservoir destiné à modérer la crue de la Coire, affluent de la Loire. Un troisième se rapporte à un réservoir projeté à Tence, sur le Lignon, affluent de la Loire.

Mais l'application la plus complète et la plus brillante des études générales priliminaires de l'auteur a eu pour théâtre le réservoir du Furens, au-dessus de Saint-Étienne. Cette œuvre remarquable fut inaugurée solennellement en 1866. Nous rappellerons ici les principales dimensions du barrage et du réservoir du Furens, et les avantages qu'il assure aux riverains de la Loire comme moyen de mettre obstacle aux débordements de ce fleuve dans la partie inférieure de son cours.

Le barrage du Furens a été construit : 1° pour retenir les crues d'inondation, et en régler l'écoulement, de manière qu'il ne fût pas dommageable; 2° pour fournir en tout temps à la ville de Saint-Étienne les eaux nécessaires à ses services municipaux; 3° enfin pour réserver et répartir, dans les temps de sécheresse, pour soixante-huit usines en aval, des eaux surabondantes qui se seraient écoulées sans être utilisées comme force motrice.

Ce barrage a 50 mètres de hauteur au-dessus du fond du pertuis; mais la hauteur normale des eaux n'est que de 44 mètres 50, ce qui dépasse les plus grandes crues et assure toute sécurité. La capacité maximum du réservoir est de 1 million 600 000 mètres cubes, et sa contenance normale, à la hauteur de 44 mètres 50, est de 1 million 200 000 mètres cubes. Cette dernière réserve peut se renouveler deux fois par an, en automne et au printemps, et mettre à la disposition de l'industrie et de la ville 2 millions 400 000 mètres cubes d'eau. Le service de la ville en exigeant au plus 600 000 mètres cubes par an, il en résulte pour l'industrie la disponibilité de la puissance motrice que 1 million 800 000 mètres cubes d'eau peu-

Digitized by Google

vent développer dans une vallée dont la pente est très-rapide.

Dès l'année 1866, ce barrage a permis de répartir en moyenne, aux usines situées au-dessous de la ville, un volume d'eau supplémentaire, qui n'a pas été de moins de 100 litres par seconde.

La dépense nécessitée par ces immenses travaux, exécutés en quatre années, sous la direction de M. Grœff, a été supportée en partie par l'État, et pour la plus grande partie par la ville de Saint-Étienne, qui, après avoir assuré tous ses services municipaux, et donné à soixante-huit usines une plus-value considérable, trouve encore dans le prix de ses concessions d'eau l'intérêt à 5 pour 100 du capital qu'elle y a consacré.

8

Le canal Saint-Louis.

Ce canal, dont nous avons parlé dans le dernier volume de ce recueil, et qui prendra rang parmi les grands travaux hydrauliques, sera ouvert à la navigation vers la fin de l'année 1870. Nous avons déjà fait connaître son tracé et différents détails de son exécution. Nous reviendrons en peu de mots sur son objet et ses conséquences.

L'amélioration de l'embouchure du Rhône à la mer était réclamée depuis vingt ans par les populations du Midi, du Centre et de l'Est, c'est-à-dire de la moitié de la France. En effet, le canal Saint-Louis ne vivifiera pas seulement le bassin du Rhône, ceux de la Loire, de la Seine et du Rhin, il ouvrira encore une voie de transit de la Manche et de la mer du Nord à la Méditerranée.

La mise en communication directe de la navigation de la Méditerranée avec celle du bas Rhône amènera à Saint-Louis la création d'un grand centre commercial et manufacturier. Arles doublera d'importance, et la Camargue,

Digitized by Google

devenue la banlieue de deux grandes villes, ne tardera pas à être mise en valeur.

Le port Saint-Louis sera appelé, plus spécialement que tout autre, à servir les besoins de notre commerce extérieur, en ce qui concerne l'exportation et l'importation des produits lourds et encombrants qu'on pourra charger directement pour les ports de l'Espagne, de l'Italie ou de l'Afrique.

Il ouvrira en tout temps, aux navires de commerce du plus fort tonnage, le bassin inférieur de ce fleuve, qui sera ainsi transformé en un port de mer intérieur, aussi sûr que parfaitement abrité, comme la Tamise à Londres, l'Escaut à Anvers, la Gironde à Bordeaux, l'Hudson à New-York.

Au point de vue de l'avenir de notre commerce avec l'extrême Orient, le canal Saint-Louis aura donc une immense importance : il sera comme la continuation du canal de Suez au cœur de la France.

9

Pont-viaduc sur le Niagara.

Le Niagara, si célèbre parmi les touristes, vient de s'enrichir d'une nouvelle merveille, due au progrès de la science américaine. On a jeté un deuxième pont suspendu entre les deux bords de la rivière. Ce pont suspendu est le plus long que l'on connaisse. Il mesure 1268 pieds dans sa longueur, au-dessus d'un abîme de 180 pieds, où les flots furieux se brisent contre les rochers et font entendre au loin un bruit formidable.

Digitized by Google

10

Le chemin de fer du Pacifique.

Cette immense voie ferrée, qui serpente à travers des savanes et des forêts vierges, qui escalade les montagnes Rocheuses à une hauteur de 2300 mètres, dont les stations, très-rares, sont isolées au milieu des déserts du Nouveau-Monde, en butte aux attaques des Indiens; cette route, sans contredit la première du globe, a été livrée tout entière à la circulation le 10 mai 1869.

Nous avons fait connaître dans le volume précédent de ce recueil les difficultés d'exécution, les obstacles franchis et les manifestations de l'audace américaine. Il nous reste à parler du confortable des trains, avec lequel le confortable des chemins de fer français ne saurait rivaliser.

On sait que le trajet complet de New-York à San-Francisco n'est pas de moins de 700 lieues, et que la durée du voyage est de 7 jours. S'il fallait traverser l'Amérique dans les wagons de nos compagnies françaises, peu de voyageurs arriveraient sains et saufs au but de leur voyage. Heureusement il n'en est pas ainsi dans le Nouveau-Monde. Si l'Américain est audacieux, il aime aussi ne manquer de rien; il joint la témérité à l'amour du confortable, et s'il y a un passage dangereux à franchir — un pont branlant par exemple — il aime mieux se casser le cou, bercé dans un hamac, que de périr sans avoir eu ses aises.

Moyennant un faible supplément de prix (10 fr. par jour et par personne), on peut voyager seul ou avec ses amis, dans un compartiment isolé (*stateroom*) ou même dans un wagon (*palace-car*) contenant des lits, une table, des sièges, un sofa, etc.; le supplément est dans ce dernier cas de 15 à 20 fr. par jour. Les wagons ordinaires contiennent généralement 48 places; un espace resté libre au milieu permet au voyageur de circuler sur toute l'étendue du train.

Digitized by Google

A droite et à gauche de ce passage se trouvent placés des siéges tournants, très-confortables. Avec un supplément de 1 dollar (5 fr.) par nuit, on peut dormir dans un lit excellent; avec un supplément de 2 fr. 50 c., on a un fauteuil à dossier dans lequel on dort parfaitement.

Le chauffage a lieu l'hiver au moyen de poêles disposés aux extrémités des wagons. La ventilation est en tout temps excellente. Chaque voiture contient au moins un *water-closet*, et une table de toilette avec linge, savon, brosses, peignes, etc.

Trouvez donc cela en France!

Digitized by Google

MARINE ET VOYAGES.

1

Navires de mer à tourelles.

M. le contre-amiral Ed. Pâris a présenté à l'Académie les plans, ainsi que les calculs qu'il a exécutés dans le but d'utiliser ce que l'Exposition nous a montré en fait de navires cuirassés, et surtout ce que les *monitors* ont prouvé lorsque, sortis de leurs rivières, ils ont osé traverser l'Océan et contourner leur continent pour se rendre à San-Francisco. Ces études ont paru à M. Pâris d'autant plus nécessaires que, malgré tout ce qu'ils ont de remarquable, les vaisseaux cuirassés actuels ont des mouvements de roulis qui les empêchent d'employer leurs canons avec des mers modérées, et qui découvrent à chaque roulis la carène non cuirassée. Des hommes ainsi projetés par les roulis ont été blessés et ont même succombé. L'eau a passé par-dessus le bastingage, et des canots ont été emportés par des temps qui n'auraient causé aucun dommage aux anciens navires. Il n'est donc pas étonnant que M. le contre-amiral Pâris ait cherché à s'appuyer sur le fait, maintenant reconnu, du peu de roulis des monitors, et qu'en essayant de se rendre compte des causes de cette propriété si précieuse, il ait tenté d'utiliser les qualités de ces navires, si remarquables à certains égards, afin d'en faire profiter ceux destinés à la haute mer.

Puisqu'il est avéré par les traversées du *Miantonomoah*

Digitized by Google

et du *Kalamazoo* que ces navires ont des roulis qui s'étendent à peine au tiers de ce qu'étaient ceux des navires qui les accompagnaient, il semble que le plus naturel serait d'adopter les monitors. Mais les prouesses qu'ils ont faites en s'aventurant au large pendant l'été ne sont pas plus une preuve qu'ils peuvent le faire en tout temps, que le trajet du *Red white and blue*, c'est-à-dire du radeau fait avec des outres de toile caoutchoutée qui a traversé tout l'Atlantique. Une marine composée de monitors serait souvent réduite l'inaction ou menacée du sort de *l'Armada*. Le premier monitor coulant par un temps maniable, et *le Wechawkee*, ainsi que *l'Affondatore*, périssant en rade, sont des faits qu'il ne faut pas oublier. Rendre le monitor aussi sûr à la mer que les autres navires et en faire une habitation salubre, afin de n'être pas forcé de changer souvent l'équipage, telles sont donc les questions que M. le contre-amiral Pâris s'est posées en cherchant à utiliser ce que l'Exposition a pu lui inspirer.

Le savant contre-amiral est arrivé ainsi à combiner une sorte de navire plat, bas et large comme un monitor, sur lequel serait établi un navire étroit, mais aussi élevé sur l'eau que celui de construction ordinaire. En plaçant les tourelles en dessus, le feu de leurs canons se trouve autant dégagé sur tout l'horizon que celui des monitors. Il présente de plus l'avantage d'être à 5 et 6 mètres au-dessus de l'eau, et par suite plus hors de l'atteinte des vagues. Ce n'est point, en effet, la forme ronde qui préserve de l'invasion l'eau par les sabords, c'est l'élévation; et les monitors ne se serviraient pas plus de leurs canons que les autres navires, quoiqu'ils aient l'avantage de les avoir plus éloignés du bord.

Il résulte de la disposition proposée par M. Pâris que le navire étroit et supérieur présente un vaste logement aussi aéré que sur un autre bâtiment, et que cette sorte de construction supplémentaire est assez haute et assez large aux extrémités pour ne pas être plus exposée à embarquer de l'eau en luttant contre le vent et les vagues. Ses côtés

Digitized by Google

se prolongeant jusqu'en bas, forment deux poutres rigides, comme celles d'un pont. L'auteur propose de les faire en treillis, ainsi que les deux cloisons transversales servant à porter les tours sur cette sorte de croix et à en distribuer le poids considérable sur toute la coque du navire. De plus, en mettant une tôle mince entre les branches du treillis, on obtient des cloisons étanches qui, par leur disposition, présentent la meilleure défense contre l'éperon, en forçant ce dernier à s'affaiblir encore pour s'allonger et parvenir, s'il le peut, au navire intérieur.

Cette disposition a paru être la meilleure contre les effets encore incertains de l'éperon, car on a des faits opposés qui font douter de la puissance de cette arme. *Le Re d'Italia*, immobile, a bien été coulé par *le Ferdinand-Max*; mais *l'Amazone*, corvette de 400 chevaux, a coulé elle-même, vingt minutes après avoir coupé en deux *l'Osprey*, petit paquebot de 100 chevaux.

Mais ces détails de construction ne constituent pas en réalité ce que propose M. Pâris; ce sont les conditions de stabilité qui, entièrement différentes de celles en usage, promettent aux navires de ne pas plus rouler que les monitors. Car ceux-ci ressemblent, ainsi que les navires proposés, à un canot plein d'eau ou à un glaçon, qui, sur une mer agitée, *en suit les mouvements sans les dépasser*, tandis que les navires ordinaires, et notamment ceux à muraille droite, ont des amplitudes beaucoup plus grandes et des mouvements exagérés.

Pour se rendre compte de ces conditions spéciales de stabilité, M. Pâris a calculé celle d'un monitor à diverses inclinaisons, et il a vu que cette stabilité dépassait de beaucoup celle de tout autre navire lorsque le monitor est droit; mais que, s'il incline au point d'immerger son côté, elle diminue subitement, et ne ferait que décroître à mesure que l'eau s'étendrait davantage sur le pont. Il en résulte qu'un navire ordinaire rasant presque l'eau comme un monitor serait très-dangereux, en ce qu'il a peu de stabilité lorsqu'il est droit. Pour le bâtiment à côtés verticaux, les

Digitized by Google

conditions sont diverses. Sa stabilité, modérée quand il est droit, augmente toujours avec l'inclinaison, et si c'est la mer qui s'incline, elle prend une énergie toujours croissante pour faire dévier le navire et le pousser d'une extrémité à l'autre des angles du roulis, parce qu'au milieu il n'y a pas d'arrêt. Le monitor, au contraire, est comme collé à la mer, puisqu'il a une si grande stabilité sur la surface de l'eau qu'elle disparaît dès qu'il la quitte. Mais quoiqu'on ne veuille pas faire des clippers avec les cuirassés, il leur faut un peu de voiles, et quand même le monitor aurait un pont supérieur pour manœuvrer, il inspirerait des craintes, en ce qu'il n'a que la stabilité de l'obélisque. Avec le navire intérieur proposé par M. Pâris, il n'en est pas de même. S'il est monitor quand les vagues sont en mouvement ou s'il incline, il redevient navire ordinaire lorsque le milieu est entré dans l'eau, et il représente un navire à rentrée très-exagérée et subite.

D'après des chiffres qu'il serait trop long de reproduire, les navires proposés par notre savant marin, étant à une charge moyenne, auront jusqu'à huit fois la stabilité des anciens. Il n'y aurait donc rien à craindre à cet égard, d'autant que sur les navires actuels, réduits à de faibles équipages à cause du peu de canons, on n'embarquera pas des hommes pour la manœuvre d'une vaste voilure. De plus, en remplissant par une partie courbe l'angle formé entre le navire intérieur et le pont extérieur, on peut régler la stabilité comme on l'entend vers les inclinaisons qui paraîtraient dangereuses, et cela sans trop s'écarter des conditions du monitor. La seule différence avec ce dernier serait dès lors que les vagues, au lieu de passer librement d'un côté à l'autre, seraient arrêtées par le navire intermédiaire; mais de la sorte elles diminueraient plutôt le roulis en chargeant davantage le côté que la vague cherchait à élever. Cette disposition n'aurait d'autre inconvénient que de faire jaillir l'eau qui, en s'étendant sur cette plage latérale, rencontrerait subitement la muraille intérieure. Ces navires seraient moins exposés à la mer que

Digitized by Google

ceux qui, tels que *le Captain* de la marine anglaise, ont leur plat-bord à 2^m, 50 au-dessus de l'eau, ce qui ressemble assez au navire ordinaire pour rouler autant que lui, mais pas assez pour se préserver des vagues.

2

Les monitors brésiliens.

Voici sur ce sujet d'intéressants détails que nous empruntons à M. Marmiesse, ingénieur de la Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée.

Le passage d'Humaïta, défendu par la nature autant que par l'art, a été franchi par six bâtiments cuirassés brésiliens, dont trois petits monitors, *le Para*, *le Rio-Grande* et *l'Alagoas*. Ces bâtiments avaient été entièrement construits à l'arsenal Rio-de-Janeiro, par MM. Level et Braconnot, tous deux fils de Français, et directeurs des constructions navales de la marine brésilienne.

Ces monitors sont en bois, à couples jointifs, recouverts d'un épais bordé. Voici leurs dimensions principales :

	Mètres.
Longueur entre perpendiculaires...	36,60
Largeur hors cuirasse, au fort.....	8,40
Creux sur quille.....	1,66
Tirant d'eau sans différence.....	1,51
Déplacement correspondant.....	340 tonneaux.

Les barrots du pont sont en fer à T et à boudin, recouverts d'une tôle et d'un bordé épais en bois de peroba. Il y a sur le pont une tourelle, de forme oblongue, armée d'un canon de 70 Whitworth, et portée par un plateau circulaire tournant sur des galets en fonte et mis en mouvement par un treuil. On a adopté cette forme oblongue pour que la tourelle soit moins lourde et qu'elle offre moins de prise au feu de l'ennemi, tout en permettant une ma-

Digitized by Google

nœuvre facile de la pièce. Le pont n'est qu'à 45 centimètres au-dessus de l'eau, et les murailles sont cuirassées avec des plaques de 11 centimètres reposant sur un matelas de 20 centimètres d'épaisseur : avec les couples et le vaigrage, l'épaisseur totale de la muraille en bois sous la cuirasse est de 46 centimètres.

La tourelle est protégée par une cuirasse de 15 centimètres du côté du sabord; cette épaisseur est diminuée sur les côtés. Sous cette cuirasse il y a un matelas de 40 centimètres d'épaisseur.

La roue de combat est placée à l'avant : le timonier est protégé par un panneau cuirassé. Il y des bossoirs en fer, et les ancres sont manœuvrées au moyen d'un guindeau placé sous le pont.

Il y a deux machines, dont la puissance collective est de 30 chevaux nominaux de 450 kilogrammètres, faisant mouvoir deux hélices indépendantes.

Les machines sont à haute pression, sans condensation. Avec une pression de quatre atmosphères effectives aux chaudières, ces navires atteignent facilement une vitesse de huit nœuds en eau calme.

L'affût en tôle du canon est d'un système perfectionné, dû à M. Braconnot. Le canon pivote autour du centre de la bouche pour le pointage dans le sens vertical. Cette disposition, jointe à l'emploi de la tourelle tournante, permet d'avoir un sabord circulaire de 32 centimètres de diamètre, qui se trouve entièrement rempli par la bouche du canon. Il en résulte l'immense avantage que les balles et les obus ne peuvent pénétrer dans la tour par le sabord, comme cela arrive si souvent dans les combats de rivières avec les sabords ordinaires. Le dessus de la tour est protégé par un caillebottis de combat en fortes barres de fer. Le compresseur de l'affût est d'un système analogue au système Scott; la mise en batterie se fait au moyen d'engrenages et de chaînes Galle. Il faut quatre hommes pour la manœuvre du canon et quatre aussi pour celle de la tourelle.

Digitized by Google

L'avant des monitors est renforcé et taillé en éperon, pour agir comme bélier. On voit donc que ces petits navires sont parfaitement appropriés à la guerre des fleuves et des rivières : faible tirant d'eau, vitesse suffisante, grande facilité de manœuvre et d'évolution, épaisse cuirasse, protection complète des artilleurs. Aussi viennent-ils de faire brillamment leurs preuves devant Humaïta. Leur solidité est telle qu'ils ont pu être remorqués sans avaries de Rio à la Plata pendant 500 lieues de mer. En somme, la construction de ces six monitors, terminés en moins d'un an à l'arsenal de Rio, fait le plus grand honneur à la science et à l'habileté des ingénieurs brésiliens.

3

L'artillerie de mer des grandes puissances.

Depuis l'adoption du blindage des navires pour le combat, l'artillerie de mer a fait d'effrayants progrès. Elle s'est profondément modifiée, en augmentant considérablement sa puissance de destruction.

La France s'est appliquée à développer son système primitif d'artillerie rayée. En augmentant les calibres, modifiant les rayures, elle a presque exclusivement adopté le système de chargement par la culasse. Le canon de quatorze centimètres a été employé sur nos navires inférieurs et nos bâtiments de combat. Les autres types aujourd'hui acceptés dans notre marine sont les canons de seize, de dix-neuf et de vingt-quatre centimètres ; ceux de vingt-sept sont des pièces de côte.

En Angleterre, on paraît avoir adopté définitivement les canons dits de Woolwich, qui sont des pièces rayées se chargeant par la bouche. Les canons de dix-sept centimètres et demi, vingt centimètres, et vingt-deux centimètres et demi composeront bientôt tout l'armement de la flotte anglaise. L'arsenal de Woolwich fabrique en outre des piè-

Digitized by Google

ces de vingt-cinq centimètres, vingt-sept centimètres et demi et trente centimètres.

La Prusse n'a encore fabriqué que peu de gros canons. Ce sont des pièces rayées se chargeant par la culasse. Leur calibre est de dix-sept centimètres et vingt-un centimètres. Le métal employé est l'acier Krupp.

Le gouvernement russe est incertain sur le parti définitif à prendre. Il a essayé plusieurs combinaisons qui n'ont pas réussi, et, comme il ne veut à aucun prix être tributaire de l'étranger, il cherche à établir des manufactures sur son propre territoire.

Toutes les autres nations de l'Europe (Autriche, Italie, Espagne, Suède, Danemark, etc.) ont des traités avec une fabrique d'Angleterre pour se procurer des canons du système Armstrong, rayés comme les pièces de Woolwich. Elles ont généralement préféré par économie ce système de fourniture.

Tandis que toutes les nations européennes ont exclusivement adopté les canons rayés, les Américains semblent vouloir y renoncer. Ils reviennent aux pièces en fonte à âme lisse, en augmentant les calibres dans des proportions énormes : trente-huit et jusqu'à cinquante centimètres.

On voit que l'harmonie ne règne pas quant à l'armement naval des nations des deux mondes.

4

Tampon pour boucher les trous faits par les projectiles.

Le lieutenant Gilmore, de la marine anglaise, vient d'inventer un tampon à développement, destiné à boucher les trous faits par les projectiles. Ce tampon, avant d'être introduit dans le trou fait par le boulet, a la forme d'un parasol fermé. Lorsqu'il doit être poussé en dehors du navire, il se développe au moyen d'un levier, et prend alors la forme d'un parasol ouvert ; il est dans ce cas fixé à la muraille

Digitized by Google

du navire. L'inventeur assure que si le tampon est convenablement appliqué, la voie d'eau doit être nulle ou insignifiante. Un tampon de $0^m,113$ de diamètre, lorsqu'il est fermé, pourra boucher en se déployant un trou de $0^m,45$ de diamètre. Il est facile de comprendre que ce tampon ne pourra être employé que dans le cas où la muraille cuirassée d'un navire sera entièrement traversée par le projectile.

8

L'éclairage électrique appliqué aux navires.

Les abordages en mer sont très-fréquents. Pendant les premiers mois de 1869, le paquebot *Général-Abbatucci* se perdait dans la Méditerranée, et 45 personnes se noyaient. Quelques jours plus tard, on apprenait qu'un navire français venait d'être coulé dans l'Atlantique par un bâtiment anglais; et ensuite que dans la mer d'Irlande *le Marquis-d'Abercorn* venait d'être coulé en quelques minutes par le choc d'un autre navire qui était lui-même fort endommagé.

La plupart de ces rencontres se produisent par les temps brumeux, et faute d'un éclairage suffisant; on sait que souvent, au mépris des règlements, les marins éteignent les feux pour économiser leur huile. S'il y a jamais eu une économie mal entendue, c'est assurément celle-là.

A l'occasion de ces derniers sinistres, nous rappelons l'attention sur l'application de la lumière électrique à l'éclairage des navires.

Nous reconnaissons volontiers que l'emploi de la lumière électrique serait difficile à bord des bâtiments à voiles, à cause des frais considérables, d'installation d'abord, et ensuite d'entretien, qu'il entraînerait. Il faudrait établir une petite machine à vapeur de deux chevaux pour faire agir la machine magnéto-électrique; il faudrait en outre emporter du charbon et emmener un mécanicien capable de

Digitized by Google

conduire ces divers engins. Ce sont là évidemment des impossibilités.

Mais sur les navires à vapeur ces difficultés disparaissent. Le bâtiment est porteur d'une machine puissante dont on peut distraire deux chevaux sans exercer une influence sensible sur la marche du bâtiment. Les mécaniciens feront vite l'apprentissage de la conduite des machines magnéto-électriques et des lampes spéciales. Enfin le prix de ces engins est insignifiant, comparé à la valeur du navire.

Quant aux avantages, ils sont évidents. La lumière électrique est visible à grande distance, malgré la brume la plus épaisse ; le navire qui en est porteur peut donc être aperçu de très-loin par les vigies des autres bâtiments. Cette lumière est même assez intense pour éclairer la mer dans un rayon fort étendu; de sorte que les vigies du vapeur peuvent découvrir un navire non éclairé, dont on approcherait d'une manière dangereuse.

Il est facile de comprendre que les collisions avec les vapeurs sont les plus périlleuses, à cause de la grande vitesse de ces derniers, et de leur masse considérable. Dans l'immense majorité des cas, c'est un vapeur qui coule un voilier ; il est clair que, pour que deux navires ne s'abordent pas, il suffit que l'un des deux soit vu par l'autre.

D'où il résulte que l'éclairage des bâtiments à vapeur résout presque complétement le problème.

Il y a là un progrès important et dont la réalisation est facile. La marine française a déjà fait quelques pas dans cette voie. Le yacht du prince Napoléon, la frégate cuirassée *l'Héroïne*, *le Saint-Laurent*, paquebot de la Compagnie transatlantique, sont pourvus de machines électriques.

La lumière électrique, indépendamment des ressources qu'elle présente pour signaler la position des navires dans les cas habituels de la navigation, doit particulièrement favoriser les opérations militaires. L'expérience a prouvé que, par une nuit noire, un jet de lumière électrique dirigé sur un navire situé à un mille de distance, l'éclaire assez pour qu'on puisse apercevoir nettement ses détails et

Digitized by Google

ses mouvements, tandis que le bâtiment d'où part le jet lumineux reste pour le premier dans l'obscurité la plus profonde, à l'exception du seul point qui est le foyer lumineux de l'appareil. On conçoit le parti qu'on pourrait tirer, au profit de la manœuvre ou de l'artillerie, de ces indications précises et sans réciprocité, sur la position, les mouvements et les intentions d'un navire ennemi.

Quand il s'agira d'éclairer un objet pour faciliter le travail des hommes qui doivent effectuer une opération quelconque, telle que débarquement, manœuvre à terre, etc., accomplie au dehors du bâtiment qui porte l'appareil, le rayon d'action de la lumière électrique sera doublé, puisque les rayons lumineux n'auront plus alors à revenir à leur point de départ pour y porter la sensation des objets éclairés. On pourra donc, tout en se tenant à une distance de deux milles au moins, éclairer l'entrée d'un port, où les abords d'une plage, pour faciliter des mouvements d'embarquement ou de débarquement de troupes, pour effectuer la reconnaissance exacte des points fortifiés, dont l'approche serait jugée trop délicate pendant le jour, et même pour les attaquer. En temps de paix comme en temps de guerre, cet appareil peut-être utile au commandant d'une escadre, pour transmettre, sans indécision, des ordres importants, et pour s'assurer ensuite de leur exécution.

Deux voyages ont été déjà faits par les paquebots transatlantiques, avec le secours de la lumière électrique. *Le Saint-Laurent* a maintenu ainsi pendant toute la traversée les feux réglementaires à bâbord et à tribord. Le foyer lumineux était si étincelant que le navire était vu en mer aux plus grandes distances. Dans les parages de Terre-Neuve, il était aperçu par les autres bâtiments, malgré les brumes, et toute collision était ainsi évitée.

M. de Beaucandé commandant du *Saint-Laurent*, assure qu'à son retour à Brest le sémaphore l'a signalé à quatre heures du matin, tandis qu'il n'est arrivé en rade qu'à sept heures et demi. *Le Saint-Laurent* a donc été aperçu trois

Digitized by Google

heures et demie avant son entrée dans la rade, et vu la vitesse du navire, qui était de 12 nœuds, on peut en conclure qu'il a été signalé à 38 ou 40 milles en mer.

L'appareil producteur de la lumière électrique à bord de *l'Héroïne* n'est autre que la machine magnéto-électrique. Cet appareil, construit par la Compagnie *l'Alliance*, est assez connu pour que toute description soit ici inutile.

6

Un nouvel appareil de sauvetage.

Quel plus triste spectacle qu'un navire sombrant avec des passagers qui n'ont pu trouver place dans les canots de sauvetage ! Et pourtant quoi de plus simple et de plus naturel que d'embarquer, en prévision d'un pareil danger, un appareil flotteur qui permette au naufragé de rester plusieurs jours à la surface de l'eau et d'attendre ainsi le secours d'un vaisseau dont il apercevra les voiles !

Cet appareil a été inventé par un Américain, M. Stoner, de New-York.

Il se compose d'une large ceinture de liége qui embrasse la partie supérieure de la poitrine ; d'un vêtement ou plutôt d'un sac de toile imperméable qui enveloppe tout le corps, excepté la figure. Les mains et les avant-bras portent des nageoires palmées. Le système est lesté de deux étriers de plomb afin de maintenir le corps dans la position verticale.

Il faut que le naufragé qui se confie ainsi aux vagues furieuses, puisse manger et boire ; aussi un réservoir en tôle de zinc, qui peut contenir de l'eau et des vivres pour huit jours, est-il adapté à l'appareil sauveteur.

Mais, pour que cette bouée vivante puisse être aperçue des navires, il lui faut faire des signaux. A cet effet, la boîte en zinc contient des fusées et des feux de Bengale dont l'éclat attirera l'attention des bâtiments.

Digitized by Google

Telle est l'ingénieuse et utile invention de M. Stoner. Elle a été expérimentée devant une nombreuse assistance par M. Stoner lui-même, en rade du Havre et en pleine Seine.

Cette tentative toute paçifique et humanitaire *a fait merveille*.

7

Sonnerie à air pour la transmission des ordres dans la marine.

L'appareil de M. Sparre a le grand mérite d'être simple, économique, et de n'exiger qu'un entretien insignifiant. C'est ce qui lui donne une supériorité incontestable sur le télégraphe électrique quand il s'agit de communiquer des ordres à des distances moindres de 500 mètres; par exemple, sur un bâtiment.

Généralement, sur un navire, l'ordre est précédé d'un avertissement obtenu par une sonnerie électrique. L'invention de M. Sparre remplace la sonnerie électrique par une sonnerie à air. Et voici comment :

Un petit tuyau en caoutchouc est terminé à une extrémité par une poire et à l'autre par un récipient ayant la forme d'un champignon, également en caoutchouc. En comprimant la poire avec la main, l'air renfermé est refoulé dans le tuyau, le champignon s'arrondit immédiatement et agit sur un mouvement quelconque qui fait marcher une sonnerie. Dès qu'on retire la main, la poire et le champignon reprennent leurs formes primitives.

Nous ne décrirons pas les tableaux indicateurs, les déclicquetages et tout ce qui constitue les transmetteurs d'ordres; tout cela est commun avec ce qui existe déjà. Le système doit être parfaitement étanche; dans ces conditions le même air sert indéfiniment.

Digitized by Google

8

Postes électriques flottants.

Le gouvernement anglais se propose d'établir des navires-stations, d'abord à l'entrée de la Manche, entre les îles Sorlingues et d'Ouessant, et ensuite à l'entrée méridionale du canal Saint-Georges de même qu'au large de la côte sud et de la côte nord de l'Irlande. Des câbles électriques relieraient ces bâtiments aux points les plus rapprochés de la terre, de sorte que les navires qui se trouveraient en mer, à quarante ou cinquante milles seulement du rivage, pourraient se mettre en communication télégraphique avec tous les points de la Grande-Bretagne, avec le continent et avec l'Amérique. Subsidiairement à ce projet, on proposerait de débarquer les passagers à ces stations flottantes et de les faire transporter à la côte par de puissants steamers qui feraient le trajet d'aller et retour de ces points aux ports les plus voisins. On utiliserait également ces flotteurs pour y emmagasiner les provisions dont les navires ont le plus communément besoin.

9

Logs à boussole.

Les indications de la boussole marine, ou compas de route, doivent être soumises à des corrections très-minutieuses, lorsque le navire dont la boussole doit guider la marche, est en fer. L'action de ce fer sur l'aiguille aimantée produit des perturbations que l'on a essayé de combattre au moyen de divers systèmes compensateurs.

De lourdes conditions pèsent sur le navigateur qui veut gouverner en toute sécurité, car trop souvent l'erreur cau-

Digitized by Google

sée par le magnétisme du navire ne suit pas la marche sur laquelle on avait compté.

M. Faye a rappelé à l'Académie, à propos de plusieurs désastres amenés par de fausses indications de la boussole, qu'il avait présenté, il y a quatre ans, un appareil très-simple pour débarrasser les navires en fer de la cause d'erreur due à leur magnétisme.

Voici quelques-uns des désastres rappelés par M. Faye : En décembre, un navire en fer, *le Glenorchy*, est sorti de la Clyde avec un chargement de fer pour l'Irlande. Trompé par de fausses indications de la boussole il a fait naufrage sur le Kish-Bank, dont on se croyait bien loin. D'après M. Archibald Smith, qui a étudié les circonstances de ce sinistre, la boussole du bord indiquait le sud au lieu du nord. On avait pourtant installé à bord un appareil de correction pour le compas.

Les faits suivants prouvent combien peu l'on doit compter sur les systèmes compensateurs quand on change notablement de latitude magnétique. *L'Harwest-Home*, corrigé en Angleterre avec beaucoup de soin, a donné des erreurs de 86° lorsqu'il a été par une latitude de 39° sud. *Le Bosphorus* avait au cap de Bonne-espérance des variations de 40° et *l'Évangéliste* des déviations de 60° par une latitude sud de 40°. De même pour *le Propontis*.

L'appareil proposé par M. Faye pour éviter ces fausses indications de la boussole est d'une simplicité extrême et ressemble tout à fait au *bateau de log* dont les marins se servent continuellement. L'un donne la direction, l'autre la vitesse ; ils pourraient même être réunis en un seul et même appareil, en remplaçant le bateau du log par une sorte de bouée lestée et munie d'un gouvernail fixe.

Quant à la manœuvre de cet appareil, elle est fort simple. On met le bateau de la boussole à la mer à chaque changement de direction, et lorsqu'il se trouve à une distance suffisante pour annuler l'influence du navire, un ressort fixe l'aiguille de la boussole au moyen d'un coup sec imprimé à la corde du bateau. On ramène le bateau à bord et on lit

Digitized by Google

immédiatement la direction de la route du navire par rapport au vrai méridien magnétique. Si le capitaine du *Glenorchy*, dit M. Faye, avait eu ce petit appareil si simple, il n'aurait pas fait naufrage.

Il est bon que l'aiguille soit fixée au moment où l'on met le log à boussole à la mer, et qu'elle soit rendue libre plus tard. Dans ce cas il y aurait deux mouvements à exécuter. Un simple verrou pressant et rendant libre alternativement le bouton du ressort, à chaque secousse, serait probablement la solution la plus simple. On pourrait le remplacer par une double cheville, dont les deux parties seraient réunies par une cordelette. Enfin l'appareil le plus parfait et le plus commode exigerait l'emploi d'une suspension à la Cardan pour la boussole et un petit tournebroche intérieur, facile à remonter, dont le jeu rendrait l'aiguille libre et la fixerait à des intervalles indiqués à bord par le simple jeu du sablier ordinaire.

M. Faye regrette que cette idée si simple n'ait pas attiré l'attention des navigateurs. Son emploi, aidé des perfectionnements ou des simplifications que la pratique ne manquerait pas d'indiquer, rendrait la navigation plus sûre et éviterait des désastres. Les procédés actuels sont ou trop savants et trop compliqués pour la marine de commerce, ou d'une efficacité trop souvent démentie par l'événement.

10

Voyage rapide autour du monde.

Avec les moyens de locomotion en usage aujourd'hui, on peut faire le tour du monde en 80 jours. C'est le temps qu'autrefois un grand seigneur aurait mis à faire le voyage de Paris à Saint-Pétersbourg.

Voici l'itinéraire : de Paris à New-York, 11 jours; — de New-York à San-Francisco (chemin de fer), 7 jours; — de San-Francisco à Yokohama (bateau à vapeur), 21 jours; —

Digitized by Google

de Yokohama à Hong-Kong (bateau à vapeur), 6 jours; — de Hon-Kong à Calcutta (bateau à vapeur), 12 jours; — de Calcutta à Bombay (chemin de fer), 3 jours; — de Bombay au Caire (bateau à vapeur et chemin de fer), 14 jours; — du Caire à Paris (bateau à vapeur et chemin de fer), 6 jours.

Total, 80 jours.

Sur tout cet immense parcours, il n'y a que 140 milles, entre Alahabad et Bombay, que l'on soit obligé de parcourir sans se servir de vapeur; mais cette lacune sera bientôt comblée, car on y travaille à l'établissement d'un chemin de fer.

11

Découverte d'une nouvelle terre dans l'Océan arctique.

Le 14 août 1868, en commandant le navire baleinier *Nile*, de New-London, et en croisant dans l'océan arctique pendant les mois d'été, le capitaine Long a découvert une terre qui n'est marquée sur aucune des cartes qu'il a vues, et qui porte nord-nord-est du cap Iakan, à environ 70 milles de distance.

Il a trouvé par l'observation que la pointe sud-ouest de cette terre (nommée par lui *Thomas*) est par 70° 46′ de latitude nord et 178° 30′ de longitude est.

Le capitaine Long croisa le long de la côte sud de cette terre, en allant vers l'est pendant les deux jours suivants, avec temps clair et agréable, et prit un croquis de son aspect.

De la glace brisée s'étendait jusqu'au rivage éloigné de 15 à 16 milles, et comme on était à la recherche de baleines et qu'on n'en voyait aucune trace dans le voisinage, le capitaine ne crut pas prudent d'embarrasser son navire dans cette glace en essayant de débarquer.

Les parties basses de cette terre avaient une apparence

Digitized by Google

de verdure, comme si elles étaient couvertes de végétation. Il y avait un grand nombre de morses et de phoques sur la glace, et au milieu de celle-ci beaucoup de bois flotté. Il n'y a pas de raisons pour que cette terre ne soit pas habitée, et, d'après son apparence comme d'après les traditions des indigènes de la côte opposée, le capitaine Long est convaincu qu'elle l'est.

Il a trouvé que la pointe sud-est de cette terre (nommée par lui *cap Hawaii*) se trouve par 70° 40′ de latitude nord et 178° 51′ de longitude ouest. Il a put faire de bonnes observations de latitude et de longitude, et croit que les positions qu'il a assignées à ces caps seront reconnues correctes.

Le capitaine Long a nommé ce pays *terre Wrangell*, comme un juste tribut de respect à celui qui passa quatre ans de sa vie à la recherche d'une terre dans ces parages. Quoiqu'il ne réussît pas à l'atteindre, Wrangell vit, il y a près de quarante-cinq ans, *une mer ouverte* au mois de mars, à 60 milles seulement à l'ouest de cette terre.

La dernière saison a été des plus favorables pour des explorations arctiques, parce que la mer près du rivage, depuis le détroit de Behring en allant vers l'ouest, a été entièrement libre de glace. Le capitaine Long suivit cette côte depuis le cap Nord jusqu'au cap Schelagskoï, et, à l'exception d'un espace peu étendu auprès du cap Iakan, où il y avait quelques courants de glace, assez ouverts cependant pour permettre aux navires de passer sans danger, on ne voyait que peu de glace.

Du cap Iakan au cap Schelagskoï, la mer était tout à fait libre de glace, et, à un point situé à 40 milles au nord de ce dernier cap, par 70° 42′ de latitude nord et 170° 10′ de longitude est, on n'apercevait, du haut du mât de navire, aucune glace dans aucune direction, depuis le nord jusqu'à l'ouest.

Le temps était clair et beau à cette époque, et le ciel dans cette direction avait l'apparence d'une eau foncée et sans indication de glace. L'absence de trace de baleines

Digitized by Google

dans ces parages et le dire des indigènes de la côte : que l'on voit rarement des baleines à l'ouest du cap Schelagskoï ne l'engageant pas à s'avancer dans cette direction, M. Long revint de ce point vers l'est, et passa à moins de 10 milles de la position (70° 51′ de latitude nord et 175° 27′ de longitude est) où Wrangell trouva une mer libre le 23 mars 1823.

Dans le nord de cette position, il y avait quelques plaques de glaces très-éloignées l'une de l'autre, le ciel avait cette couleur foncée qui indique de l'eau découverte, et il est probable qu'un navire aurait pu s'avancer à une grande distance de cette direction, sans être arrêté par la glace. Avec un navire convenablement équipé, le capitaine du *Nile* n'aurait pas eu d'hésitation à tenter le passage à travers la mer polaire vers le Spitzberg, mais avec un navire ordinaire non préparé à subir la pression des glaces, et avec seulement quatre mois de provisions à bord, cette tentative eût été de la folie.

12

Exploration orographique des contrées mexicaines (Californie et Mexique) de 1864 à 1867.

La mission qui fut confiée à M. Guillemin-Tarayre, en 1864, par M. le Ministre de l'Instruction publique, au nom de la Commission scientifique du Mexique, avait pour but de reconnaître et de décrire, au point de vue géologique et minéralogique, les gisements minéraux dont les contrées de l'Amérique du Nord comprises entre le 41e et le 19e degré de latitude nord offrent des exemples si multipliés.

Après avoir atteint la Californie par les Antilles et Panama, M. Guillemin employa les premiers mois de son séjour sur le continent américain à parcourir les nouveaux centres de production de l'argent dans l'État de Nevada. Les mines de Washoë, d'Austin, d'Aurora, du comté d'Humboldt, etc., ont été successivement visitées.

Digitized by Google

L'étude des filons de cette région a indiqué deux directions rectangulaires pour l'enrichissement des veines métallifères : une direction nord-ouest, en relation avec les porphyres dioritiques, et une direction nord-est, pour les filons encaissés dans les granites ; l'allure des gîtes minéraux est intimement liée aux divers soulèvements et aux accidents géognostiques qui ont modelé le relief de la cuvette continentale à laquelle le général Fremont a donné le nom de *Grand-Bassin*.

Les mines de Californie furent visitées pendant l'hiver et le printemps suivant. La disposition si nette des zones minérales, distribuées suivant des alignements parallèles à l'axe de soulèvement de la Sierra-Nevada, a été reconnue : les filons de quartz aurifère forment un faisceau non interrompu, qui s'étend suivant la région de contact des terrains secondaires et des roches cristallines (diorite, syénite, granite) qui constituent le noyau de la chaîne. Les enrichissements d'or se sont plus fréquemment introduits dans la masse des schistes que dans les quartz des filons. La présence des diorites et des serpentines joue également un rôle important dans la distribution du métal précieux. La zone du cuivre s'étend au pied de la Sierra, et se trouve signalée par la présence des trapps. Dans un second bourrelet montagneux, parallèle à la grande chaîne et plus rapproché de l'Océan (Coast-Range), se montrent les dépôts de lignite, de borax, de pétrole, d'oxyde d'étain et de cinabre.

De la haute Californie, M. Guillemin passa dans la longue péninsule de la basse Californie qui lui fait suite. On y retrouve les roches granitiques dessinant une chaîne médiane en prolongement direct sur la Sierra-Nevada, puis les mines d'argent occupant, avec des porphyres, le versant oriental, tandis que sur le versant opposé les placers se représentent au milieu des schistes secondaires. La Sierra-Nevada, avec son prolongement en basse Californie, mesure un arc de grand cercle de 2400 kilomètres de longueur, et conserve, comme on le sait, sur toute cette distance un

Digitized by Google

caractère géognostique constant, digne de fixer l'attention des minéralogistes.

L'exploration du Mexique, entreprise de 1865 à 1867, fit parcourir à M. Guillemin les côtes de la Sonora, du Sinaloa, pénétrer à l'intérieur par San-Blas, les mines du Jalisco et Guadalajara, puis gagner Mexico, d'où il repartit pour atteindre l'extrémité nord du pays à Chihuahua; il explora ensuite la Sierra-Madre du Pacifique et les hauts plateaux intérieurs autour des exploitations de Durango, Zacatecas, San-Luis-Potosi, Catorce, Guanajuato, Real-del-Monte, etc.

Un itinéraire de près de 9000 kilomètres lui permit de reconnaître la constitution topographique et géologique du Mexique, qui apparut bien différente de ce qu'on la croit généralement. Il ne trouva point cette grande chaîne médiane qui dessine sur toutes nos cartes une sorte d'épine dorsale de l'Amérique; c'est, au contraire, une surface de plateaux limités vers les deux mers par des chaînes parallèles.

Du côté du golfe, les plateaux sont soutenus par une chaîne côtière; elle traverse l'État de Oajaca, où elle se signale par la cime du Cempoaltepec, se continue jusqu'aux Cumbres, supporte le volcan d'Orizaba, le Coffre de Perote, se poursuit, sous le nom de Sierra-Madre, au nord de l'État de Vera-Cruz, et se propage en rameaux parallèles jusqu'au Rio-Grande-del-Norte. Cette chaîne, avec ses plis latéraux, forme une suite naturelle de gradins, sur lesquels on rencontre ces climats variant avec l'altitude, et désignés dans le langage local par les noms de *tierras calientes*, *templadas y frias*.

Au sud, les plateaux sont limités par une ligne remarquable de volcans, dirigée de l'est à l'ouest. Cette ligne, que M. de Humboldt a le premier signalée à l'attention des géologues, ne forme pas une chaîne continue, mais elle marque le sens général du revers sud des plateaux intérieurs vers l'océan Pacifique.

La région comprise dans l'angle formé par la rencontre

Digitized by Google

de la Cordillère volcanique avec la Sierra-Madre du golfe est précisément la fameuse *Mesa d'Anahuac*, qui renferme la vallée ou plutôt le bassin de Mexico. Le niveau du sol de cette ville est placé à 2275 mètres d'altitude. Le niveau moyen des plateaux, vers le centre, varie de 1800 à 1900 mètres, et l'altitude diminue vers le nord du Mexique: elle n'est plus que de 1400 mètres autour de Chihuahua et de moins de 1200 mètres auprès du Paso-del-Norte.

Du côté de l'océan Pacifique, les plateaux sont limités par la grande chaîne de la Sierra-Madre occidentale, qui s'étend sans interruption depuis l'Arizona jusqu'au Rio-Grande de Santiago, près de Guadalajara; ce massif orographique est parallèle à la sierra du golfe et affecte la même orientation que la Sierra-Nevada de Californie, de telle sorte que ces trois grandes chaînes appartiennent à un même système de soulèvement, qui se rapporte à un des grands cercles du système pentagonal de M. Élie de Beaumont. L'intérieur des plateaux possède, comme mouvements orographiques, des chaînons assez rapprochés vers le centre, et qui deviennent plus espacés et plus isolés à mesure que l'on s'engage vers le nord.

Les observations et les fossiles recueillis pendant ce voyage permettront de combler plusieurs lacunes que présente la stratigraphie mexicaine et d'étendre le champ des déterminations; à côté de cette vaste étude des terrains sédimentaires, il s'en présente une autre d'une extrême importance, c'est celle des roches métamorphiques: elles se font remarquer par la vaste étendue qu'elles occupent, par les variétés qu'elles présentent et par les propriétés métallifères qui distinguent certaines d'entre elles.

Digitized by Google

13

Voyage de M. Mac Gregor aux sources du Jourdain.

On peut dire que le goût des voyages est particulièrement anglais. Un gentleman se doit à lui-même de visiter les sites pittoresques de la Suisse et ses imposantes mers de glace, le beau ciel bleu de l'Italie et de la Grèce, ainsi que leurs ruines, contemporaines des Périclès et des César. Mais l'Anglais n'est pas seulement touriste, il est encore explorateur. Voyez, pour ne parler que de ce qui concerne l'Afrique, Livingstone, Specke, Grant, Burton, Baines, Baldroni, etc.

Un Anglais, M. Mac Grégor, vient d'accomplir seul aux sources du Jourdain un voyage scientifique dans des conditions d'originalité toute britannique.

M. Mac Grégor est un sportsman qui, dans un bateau-périssoire de son invention, a déjà parcouru tous les fleuves d'Europe, les lacs de Suède et de Norvége. En 1869 il a exploré dans son léger esquif la Palestine.

Mais, avant d'aller plus loin, donnons la description de ce canot, qui a figuré à l'Exposition Universelle de 1867, sur le ponton annexe, en face de l'exposition maritime anglaise, tel qu'il était à son retour de Norvége.

Il est baptisé *Rob-Roy*. Sa longueur est de 5 mètres, sa largeur de 65 centimètres. Il est bordé à clins, couvert d'un pontage en acajou, dans lequel est pratiquée une ouverture où l'on s'assied. Pour manœuvrer ce bateau, on se sert d'une pagaie ou rame à double pelle de $2^{m},30$ de longueur. Ce système de propulsion, quoique produisant moins de force que l'aviron ordinaire, a l'immense avantage de permettre de voir devant soi, au lieu de tourner le dos à l'avant de l'embarcation : pour la navigation dans les cours d'eau embarrassés, cette condition est indispensable.

Digitized by Google

A l'avant de ce bateau-périssoire, dont nous avons maintenant deux ou trois échantillons sur la Seine, une voile se déploie sur un léger mât de bambou. Il n'y a pas de gouvernail; on gouverne à l'aide de la pagaye, en l'enfonçant plus ou moins à droite ou à gauche.

Cette embarcation, quoique très-légère, est néanmoins très-solide, à cause de son mode de construction. Elle peut être facilement portée par deux hommes, transportée sur un chariot, à dos de mulet, etc.

Dans ce canot, M. Mac Grégor a pu descendre le Dan, naviguer sur le lac Hûleh, malgré la grêle de pierres que lui jetèrent les naturels effrayés de cette apparition. Il explora les torrents qui forment le Jourdain, la mer de Galilée, descendit le fleuve où fut baptisé saint Jean, et arriva à la mer Morte. Il a recueilli des détails géographiques qui rectifieront ceux qui sont déjà connus.

En somme cette petite invention nautique peut être profitable pour les voyages de découvertes, et peut très-bien servir pour reconnaître les cours d'eau non navigables.

14

Voyage dans la partie tropicale des deux Amériques.

M. A. Habel vient de terminer un voyage de sept années dans les Amériques tropicales. Après avoir fait un séjour de dix mois dans l'isthme de Panama, il a visité les cinq Républiques de l'Amérique centrale : Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua et Costa-Rica; puis se dirigeant vers l'Amérique du Sud, il a parcouru la Cordillère des Andes dans l'Etat de Cauca, en Nouvelle-Grenade, la République de l'Équateur et le Pérou. Enfin il a clos son voyage par une visite de cinq semaines aux îles Chinchas et un séjour de cinq mois dans l'archipel Galapagos.

L'objet de ses voyages était la connaissance de la nature,

Digitized by Google

qu'il avait déjà étudiée dans l'homme, les animaux, les plantes et les minéraux, et qu'il désirait poursuivre dans ses grandes manifestations.

Il a parcouru les diverses Républiques dans toutes les directions, et tracé un itinéraire exact et fidèle, prenant les angles avec la boussole, et notant toujours la formation géologique, l'aspect hydrographique du terrain, avec ses produits organiques et minéraux. En même temps, il a pris la forme, la direction des montagnes, déterminé leur hauteur à l'aide du baromètre, ainsi que celle de tous les lieux habités. Dans les stations principales, il a fait des observations astronomiques pour corriger les erreurs de son itinéraire.

Par ses travaux on peut voir facilement que toutes les cartes de ces pays sont plus ou moins incorrectes, particulièrement celle de Honduras, où l'erreur des positions s'élève jusqu'à 1 degré entier de longitude. Toute la côte septentrionale et orientale de Honduras et de Nicaragua est trop étendue sur les cartes.

La géologie de ces pays est fort intéressante. Ses formations ont, comme on sait, principalement un caractère volcanique ou éruptif : néanmoins on y trouve quelques fossiles. M. Habel n'en a pas vu un seul en Honduras, Salvador ou Nicaragua, mais il en a trouvé quelques-uns dans la république de Guatemala, et encore plus en Costa-Rica. En ces deux États, il a rencontré des mollusques dans les formations calcaires secondaires, et en Guatemala dans une formation tertiaire. Les terrains quaternaires renferment en différentes localités du Guatemala des ossements de deux espèces d'éléphants, et en Costa-Rica des insectes, des feuilles et des branches pétrifiées près d'un ruisseau thermal. Il a été impossible à M. Habel, malgré tous ses efforts, de découvrir le lieu d'où on lui a apporté des coquilles d'un terrain appartenant à la formation crétacée. Ses recherches géologiques ont été mieux récompensées en Amérique méridionale. Au Pérou, il a trouvé, à des hauteurs de 1000 à 3000 mètres, des coquilles, des échini-

Digitized by Google

des, etc., dans les formations secondaires et tertiaires, et à l'Équateur il a vu les flancs escarpés d'un ruisseau de formation tertiaire pleins de mammifères fossiles de différentes espèces. Mais les îles Chinchas ont offert un grand intérêt géologique. Jusqu'à présent on a considéré le guano comme une simple accumulation d'excréments d'oiseaux, mais M. Habel l'a trouvé régulièrement stratifié, comme toutes les roches sédimentaires, avec des couches de différentes couleurs, des inclinaisons et extensions variées. Quelques couches, par exemple, dans une partie d'une des îles, ont une inclinaison de 5 degrés, et, dans une autre partie, de 15 degrés. Dans une partie de l'île méridionale, les couches courent du nord au sud avec une inclinaison de 4 degrés, couvertes par d'autres du sud-ouest au nord-est avec une inclinaison de 20 degrés. On peut aussi voir bien facilement deux époques dans la formation du guano. Pendant que la masse inférieure, plus ancienne, plus volumineuse, présente des couches, la masse supérieure, plus récente, est moins épaisse et sans aucune stratification. Au-dessous du guano, il y a des couches de sable plus ou moins mélangé de guano, et, dans quelques localités, on peut voir clairement que les couches inférieures contiennent beaucoup moins de guano que les couches supérieures. M. Habel possède des ossements d'oiseaux trouvés non-seulement dans les couches diverses du guano, mais aussi dans le sable et dans le grès.

Quant aux volcans et à leurs produits, on peut constater dans les volcans en repos que leurs actions se montrent encore dans leurs flancs ou à leurs pics en forme de salses ou émanations aquifères, solfatares, etc. Tous les produits des volcans du Mexique jusqu'au Pérou ont une certaine analogie, un petit nombre d'entre eux lancent des laves, et en Amérique centrale seulement, quelques-uns de Salvador et de Nicaragua. On peut y étudier facilement les diverses transformations continuelles des roches produites par l'action des volcans, par exemple celle du trachyte en jaspe.

Digitized by Google

Les différents produits organiques ou inorganiques de ces pays présentent des richesses inexplorées, au point de vue scientifique, comme au point de vue de la prospérité des hommes. Sans parler des plantes, qui contiennent, comme on sait, une foule de produits chimiques utiles, deux localités, l'une au Pérou, l'autre dans l'Équateur, renferment des opales, qui jusqu'à présent n'ont été exploitées qu'au Mexique et à Honduras.

M. Habel a découvert aussi à l'Équateur une source semblable à celle qui dans le Honduras est connue sous le nom de *fuente de sangre* (fontaine de sang), parce que le liquide semble avoir toutes les propriétés du sang en décomposition. J'en possède une certaine quantité, et l'analyse chimique et microscopique nous éclairera sans doute sur ces phénomènes singuliers.

Les collections faites dans l'archipel Galapagos sont d'un intérêt aussi grand, car la faune et la flore y forment un monde particulier.

La météorologie a occupé beaucoup l'attention de M. Habel, dont les travaux forment une série d'observations de sept années.

Depuis son arrivée à Aspinwall (Colon) dans l'isthme de Panama, il a commencé ses observations avec deux baromètres, l'un à mercure, l'autre anéroïde, un thermomètre et un psychromètre, à chaque heure du jour et de la nuit, pendant longtemps ; et, en passant de l'autre côté de l'isthme, c'est-à-dire sur la côte de l'océan Pacifique, il a continué de faire des observations semblables, en augmentant le nombre de baromètres observés de deux, qu'on a mis à sa disposition. Ces observations ont été continuées pendant dix mois, et aussi faites dans les différents lieux intermédiaires, de manière à former une chaîne continue entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique.

Le maximum diurne du baromètre, qui avait lieu à 11 heures du matin à New-York, ne se manifestait plus qu'à 9 heures, et en quelques points à 7 heures.

M. Habel a aussi cherché à soulever le voile qui obscur-

Digitized by Google

cit l'histoire ancienne de ce continent. Il a donc visité tous les lieux où il pouvait y avoir quelques restes du peuple ancien, soit dans les arts, comme architecture, sculpture, etc., soit dans les idiomes différents encore parlés par les peuples, descendants des anciennes tribus. Heureusement ses efforts ont été couronnés d'un plein succès. Il a découvert des restes archéologiques, soit de sculpture, soit d'architecture, de différentes dimensions et en diverses quantités, jusqu'aux ruines d'une cité entière, ayant trois milles et plus de longueur, et principalement dans des points où l'on croyait que rien n'existait, c'est-à-dire près de l'océan Pacifique.

Aux monuments antiques les plus intéressants que M. Habel a trouvés, appartiennent plusieurs monolithes sculptés, lesquels donnent la preuve incontestable de l'existence d'un peuple auquel ces monuments ont appartenu et qui était bien différent des Aztèques. Non-seulement le costume et les armements des personnes représentées sont différents de ceux des Aztèques, mais ils diffèrent aussi dans leurs rits religieux. Car le sacrifice chez les Aztèques consistait à ouvrir la poitrine de la victime et à lui arracher le cœur, tandis qu'ici nous voyons que le sacrifice s'accomplissait par la décollation.

Deux autres lieux possèdent des sculptures non moins intéressantes. Au premier lieu, les pierres représentent des personnes en haut relief, avec la tête presque entièrement libre ; et ces têtes sont couvertes d'une espèce de turban, dont le fruit et les feuilles de cacao forment une agrafe, pendant que la poitrine est couverte d'une cuirasse. Dans l'autre lieu, les monolithes sont d'une hauteur de 4 jusqu'à 8 mètres, quadrilatéraux ; les côtés les plus étroits sont couverts d'hiéroglyphes. Le côté de derrière représente en bas-relief une personne moins distinguée, pendant que sur la face du monolithe sont sculptés, aussi en bas-relief, des personnages plus élevés en dignité. Ces personnages portent la barbe de la façon qu'on appelle aujourd'hui *impériale;* ils sont vêtus d'habits avec parements ornés de deux

Digitized by Google

boutons ; ils sont chaussés et portent un vêtement ressemblant à la tunique romaine.

Enfin, M. Habel a fait des collections des mots de neuf différents langages indiens. A l'exception de la langue Guichoa, parlée au Pérou et dans l'Équateur, le reste appartient à des tribus peu fréquentées.

Digitized by Google

HISTOIRE NATURELLE.

I

Les tremblements de terre en 1869.

Les tremblements de terre ont été très-fréquents en 1869. Au Pérou, dans l'Inde, à la Nouvelle-Zélande, en Algérie, en plusieurs parties de l'Europe, on a ressenti des commotions plus ou moins violentes. Nous allons faire connaître les principaux de ces phénomènes.

Et d'abord, nous signalerons le nouveau cataclysme dont le Pérou a été le théâtre, et qui a formé comme une suite au terrible tremblement de terre du mois d'août 1868, dont nous avons parlé longuement dans le volume de l'an dernier.

De nombreuses commotions se sont fait sentir au mois de septembre sur la côte péruvienne à Saovis et à Iquique, le 15 août, entre 4 et 5 heures du matin; à Tacua et à Arica, dans la nuit du 20 au 21, entre 10 h. 30 m. du soir et 1 heure du matin. Les secousses dans ces deux dernières villes ont été très-fortes. La première dura près d'une minute, accompagnée de bruits et de grondements souterrains; le mouvement ondulatoire qui la caractérise était dirigé de l'est à l'ouest.

Du 20 au 24 septembre, nouveaux tremblements. En vérité le Pérou est dangereux à habiter. A Lima même, des maisons et des clôtures en pierre ont été renversées et quoique personne n'ait péri, l'épouvante était générale dans

Digitized by Google

la ville. Mais c'est sur la côte que le phénomène, se compliquant d'un raz de marée comme en 1868, a été le plus terrible. A Iquique et à Arica, la mer a reculé brusquement vers le large, entraînant navires et bateaux, puis elle est revenue sous la forme d'une vague. Cinq fois, cette vague s'est retirée pour revenir, cinq fois, avec une force inouïe. Les habitants, frappés de terreur, ont fui vers les montagnes. La situation est à peu près la même à Iquique et à Pisagua. Pendant quatre jours tout le pays au nord d'Iquique jusqu'à 300 milles de distance a été constamment secoué, mais c'est le 24 que les plus fortes secousses ont eu lieu.

Passons au tremblement de terre de l'Inde. Ce phénomène s'est fait sentir le 10 janvier.

A Assam, on a éprouvé de très-violentes secousses; Gowhatty a moins souffert que Shillong, Nowgong, Tempore, Nazira et Seebsaugov, où les maisons ont été endommagées. Les habitants se sont précipités hors de leur demeure, avec une certaine frayeur. Mais, à Chittagong, l'alarme a été encore plus justifiée, la terre a ondulé pendant près de deux minutes du sud-ouest au nord-est.

A Cachar, où le tremblement de terre a eu le plus d'effets, on éprouvait encore des secousses dans la journée du 14. Le bungalow de Binakunddy et l'entrepôt de thé se sont écroulés. Les casernes de chinsurals ont beaucoup souffert. Enfin, à Silchar, la prison a été démolie et les prisonniers ont dû camper à quelque distance dans le voisinage.

Le sol s'éleva en faisant une longue ondulation. La rivière changea son cours, et remonta vers sa source pendant une demi-heure, en renversant plusieurs bateaux. La terre s'ouvrit dans des centaines d'endroits, en vomissant des masses de sable bleu et de l'eau. La rivière présentait un spectacle effrayant, de nombreuses fontaines jaillissantes s'étaient formées, et l'eau était lancée jusqu'à 50 pieds dans l'air. Le nouveau bâtiment fut renversé ainsi que le

Digitized by Google

clocher de l'église et presque tout le bâtiment de la station. Il a péri beaucoup de monde.

Quant au tremblement de terre de la Nouvelle-Zélande, on lira avec intérêt les deux lettres suivantes, émanant de M. B. Petersen, consul de Danemark à Christchurch, lettres qui ont été communiquées à l'Association scientifique par M. Mohu, de Christiania.

« Christchurch, le 17 août 1868.

Les habitants de port Lyttleton furent, le 15 au matin, pris par une panique causée par un flux et reflux extraordinaire dans le port. A quatre heures du matin, le port se trouvait tout à fait desséché. Quelques minutes après, on a entendu un bruit épouvantable comme du tonnerre, et vu une lame immense entrer dans le port. L'eau continuait à baisser et remonter rapidement pendant plusieurs heures. A six heures, elle était au-dessous du niveau de la marée la plus basse, et 15 minutes après, elle était plus haute qu'à la mer haute. A $9^h\ 30^m$, une seconde lame est entrée dans le port, suivie par des ondulations rapides, parfois de 1 mètre dans cinq minutes. Le même phénomène a été observé sur toute la côte est de la Nouvelle-Zélande. Bluff: entre 8 et 9 heures, l'eau s'est élevée brusquement, quoique la mer haute ne devait avoir lieu qu'à $10^h\ 27^m$; à 11 heures, l'eau tomba de $0^m,5$ en 20 minutes, et remonta peu de temps après. Port Chalmers : à 10 heures, la mer monta de $0^m,3$ au-dessus de la mer haute, et retomba un moment après; l'eau monte et retombe de $0^m,5$ par minute. Omara : à $11^h\ 50^m$, on a remarqué un changement extraordinaire du niveau de la mer ; l'eau s'élevait de 4^m, 7 dans quinze minutes. Whiles-Bay : à 10 heures et à $10^h\ 20^m$, la mer se retira subitement de 38 mètres au dehors du point de la mer basse, et remonta subitement avec une houle et des brisants énormes. De Picton, Nelson, Wellington, Castle-Point, de semblables dépêches sont arrivées.

Christchurch, le 18 août.

Jamais, depuis le grand tremblement de terre qui, il y a quinze ans, était si fatal pour Wellington, Christchurch n'a éprouvé un tremblement si violent que ce que nous avons senti

Digitized by Google

hier à 9^h 57^m. Des dépêches de Napier, de Graytown, de Wellington et de Blenheim indiquent 9^h 5^m5, tandis que Castle-Point, Fratherstorne et Wilhes-Bay donnent 9^h 56^m, Nelson 10 heures, et Hoketekas 9^h 58^m. Sur toute la Nouvelle-Zélande on ne fait jamais usage du temps de Wellington. »

Le tremblement de terre de Batna s'est fait sentir le 1^{er} septembre, à 8^h 15^m de l'après-midi. M. Ollivier, à qui on en doit la connaissance détaillée, fut lui-même violemment soulevé, à deux reprises, au premier étage d'une maison qu'il habite.

La lettre suivante, écrite par M. Ollivier, en date du 6 septembre 1869, renferme la description des phénomènes de divers ordres, physiques et physiologiques, qui ont précédé, accompagné et suivi cette commotion.

« Depuis quelques jours, écrit M. Ollivier, bien que le thermomètre, à l'ombre, ne dépassât pas 32 degrés centigrades, le ciel, couvert d'épais cumulus, nous rendait très-pénible une chaleur écrasante, sans rapport avec cette température bénigne et inaccoutumée, mais tenant à un état électrique très-accentué.

Les derniers jours du mois d'août avaient été tous orageux, avec un vent très-sauteur, et, chaque jour, un gros orage imminent avait avorté.

Le 1^{er} septembre, comme tous les jours suivants, jusqu'aujourd'hui, l'atmosphère était singulière, et son impression oppressive. A 4^h 53^m, un orage se mit à gronder; une pluie, peu forte, fut promptement chassée par un vent soufflant en bourrasques violentes, à ce point que le ciel, alors tout couvert d'épais nimbus, d'un noir superbe, produisant des éclairs pourpres, d'une grande dimension et très-vifs, fut éclairci en moins de vingt minutes.

Je croyais tout terminé; mais à 7^h 30^m, deux nuages, noirs et très denses, nous vinrent couvrir, suivant la direction du sud-ouest, par grand calme, et restant immobiles. Deux ou trois éclairs brillèrent, et l'on entendit deux sourds roulements de tonnerre....

A la caserne d'artillerie, le clairon sonnait l'appel des tambours et trompettes, pour aller battre la retraite, et il était 8^h 15^m *juste* lorsque nous fûmes soulevés violemment, à deux re-

Digitized by Google

prises, au premier étage d'une maison en pierres que j'habite, par un tremblement de terre imprimant au sol, pendant trois à quatre secondes, avec un bruit *caractéristique*, que j'avais déjà perçu dans le tremblement de terre d'El-Arrouch en 1856, un mouvement ondulatoire très-sec, avec trépidation. De divers petits objets posés sur une étagère, les uns ont été projetés en avant; d'autres, couchés en arrière de leur base.

La commotion, généralement ressentie, a été du nord-ouest au sud-ouest. Elle a donné lieu à un phénomène que nous ne saurions passer sous silence. Un enfant de dix-huit mois s'endormait près de sa mère: à la secousse, il s'est jeté sur elle, l'enlaçant de ses petits bras, inquiet, criant, pleurant, affolé.... On eut toute la peine du monde à lui faire lâcher les vêtements auxquels il se tenait *convulsivement* cramponné.

Aux casernes, qui ont trois étages, les soldats ont poussé des exclamations et fait un tumulte. Heureusement que, ni là, ni dans la ville, aucun malheur n'a été à déplorer, et que la population en a été quitte pour des frayeurs bien justifiées et des maisons lézardées, mais non toutefois sans quelque appréhension d'un réveil du fléau.

La plaine est couverte de trombes de poussière se succédant sur le sol à des intervalles de 10 à 15 mètres au plus. A leur base, le mouvement giratoire semble très-énergique: elles emportent des plumes, du papier, des feuilles et autres débris végétaux, à de grandes élévations. Trois ou quatre de ces colonnes de poussière, observées dans différentes directions, avaient une largeur d'un mètre à deux, et semblaient se confondre avec les nuages, à quelques centaines de mètres de hauteur.

Une autre observation, pour finir, est que sur l'horizon de Batria les étoiles filantes ont été très-rares du 1er au 15 août. »

L'Europe n'a pas été exempte de ces agitations du sol.

Le samedi, 11 septembre, à 5^h 5^m du matin, une violente secousse de tremblement de terre s'est produite à Bagnères-de-Bigorre, et s'est propagée dans la direction de Baréges, Luz et Saint-Sauveur. Comme toujours, le phénomène s'est manifesté par un roulement sourd, semblable au bruit éloigné du tonnerre, et s'est terminé par une explosion que l'on peut comparer à un écroulement. A Ba-

Digitized by Google

gnères, plusieurs personnes ont cru que leur habitation s'abîmait, et ont sauté de leur lit pour s'enfuir.

Le même phénomène s'est présenté à Tarbes.

Les secousses ont été également ressenties à Cauterets.

Pendant les derniers jours d'octobre et les premiers jours de novembre, les contrées riveraines du Rhin ont été assez fortement secouées. Gross-Gereau est la première localité où le phénomène ait pris assez d'intensité pour devenir inquiétant. Le 29 octobre, dans la nuit, plusieurs familles épouvantées quittèrent cette ville, pour chercher un refuge à Mayence et à Darmstadt, où l'effroi devait les suivre, car le lendemain (30) Darmstadt se mit à trembler à son tour, et Mayence fit de même le 31.

Heidelberg, à cette dernière date, subissait la même épreuve. On note de fortes secousses à huit heures du soir (le 31), accompagnées d'un bruit sourd, et tellement fortes que des meubles chancellent sur leur base, surtout dans les étages supérieurs. Le lendemain (1er novembre), vers quatre heures du matin, deux nouvelles et plus violentes oscillations; les meubles craquent, les lits sont mis en mouvement, les batteries de cuisine s'agitent avec bruit; le crépissage tombe des murs; ceux qui dorment sont brusquement arrachés au sommeil; ceux qui veillent sortent de leurs maisons, craignant de les voir s'écrouler.

Le 2 novembre, à $11^h\ 50^m$ du soir, Francfort est plus rudement agité qu'aucune des villes susnommées ne l'a encore été, et l'agitation se propage au sud jusqu'à Stuttgart, au nord jusqu'auprès de Cassel.

On écrit de Gross-Gereau dans la Hesse : « Le soir du 2, à $9^h\ 25^m$, la terre trembla sous les pieds; des tableaux tombaient des murs, les lustres oscillaient; les tuiles des toits s'entre-choquaient, des cheminées s'écroulaient; beaucoup de murs étaient endommagés; des plâtres se détachaient. En un instant toute la population fut dans les rues; on résolut de passer la nuit hors des maisons; des abris en planches furent élevés contre le vent et le froid, et l'on ne

Digitized by Google

rentra dans les maisons qu'à trois heures du matin; mais les secousses continuent, toujours accompagnées de bruits, et la population n'est pas rassurée. »

Dans la nuit du 8 au 9, il y eut encore, d'après le *Journal de Francfort*, quinze secousses à Gross-Gereau.

Les habitants de Vanheim ont dû à ces événements effrayants de voir reparaître une source alcaline, tarie depuis plusieurs années.

2

État actuel du volcan de Santorin.

M. de Cigalla a adressé de Santorin, à l'Académie des sciences, vers la fin du mois de février 1869, quelques détails relatifs au volcan des îles Ioniennes, qui commence sa troisième année d'existence. Ce volcan émet toujours des flammes; il continue à lancer, avec détonations, des cendres et des pierres incandescentes. Il émet une énorme quantité de vapeur aqueuse, mêlée de gaz sulfhydrique et chlorhydrique. Les variations de niveau du terrain continuent également à se produire : les huit îlots formés entre Aphroesa et Palæa-Cammène se sont réduits à trois; les autres ne forment plus que des récifs.

3

L'éruption de l'Etna.

Au moment où le Vésuve s'éteignait, le volcan de l'Etna se rallumait. Faut-il conclure de cette coïncidence que les deux montagnes volcaniques du Vésuve et de l'Etna sont en communication l'une avec l'autre, dans la profondeur de leurs conduits souterrains, et que la lave s'écoule nécessairement par l'un de ces deux cratères, quand l'autre a été

Digitized by Google

obstrué par quelque cataclysme intérieur? Ce qui est certain, c'est que le 27 novembre 1868, au moment où le Vésuve devenait presque subitement silencieux, l'Etna manifestait son réveil par une formidable explosion de son grand cratère, et lançait en l'air une masse de poussière ou de *lapilli*.

Ce phénomène ne dura que six à huit heures, au bout desquelles le volcan parut reprendre sa physionomie ordinaire. Ce calme se maintint une semaine : on ne voyait s'échapper du cratère qu'une fumée blanche, lancée à de rares intervalles. Mais vers le soir du 8 décembre la fumée changea tout à coup de couleur, et l'éruption commença. Elle prit, en peu de temps, des proportions grandioses. A huit heures du soir, on apercevait de Catane, de Termini et de toute la ligne du chemin de fer, une immense gerbe de feu qui s'élançait du cratère.

Des explosions violentes se succédaient toutes les trois ou quatre secondes, et projetaient à 300 ou 400 mètres d'énormes blocs de pierres incandescentes, qui roulaient, après leur chute, le long du cône, décrivant des sillons, dont la lumière blanche et étincelante tranchait sur l'éclat de l'embrasement général. Quelques-uns de ces blocs ont été lancés jusqu'à Giarri et Ripesto, sur la côte est de la Sicile. Dans cette même localité il se produisit sur le chemin de fer un éboulement, qui doit être attribué à la trépidation du sol, et à la suite duquel la circulation fut interrompue pendant quelques heures.

A Catane, vers huit heures du soir, les rues étaient remplies de monde, et la population commençait à s'inquiéter. On rappelait que cette éruption s'annonçait comme la plus forte qui se fût produite depuis 1852, et qu'elle débutait par les mêmes phénomènes.

Les éruptions du grand cratère, assez rares d'ailleurs, sont, par elles-mêmes, les moins dangereuses de toutes, tant en raison de l'éloignement du sommet principal, qu'à cause des immenses précipices qui l'entourent et que les laves auraient à combler avant de gagner les régions ha-

Digitized by Google

bitées. Celui, par exemple, qui s'étend à l'est et porte le nom de *Val del Rive*, a, dans certaines parties, une profondeur de plus de 800 mètres. Mais il est presque sans exemple qu'après les premières explosions de la bouche principale le volcan n'éprouve pas plus bas, sur un de ses flancs, une déchirure, par laquelle la lave se déverse plus facilement, et prend en quelque sorte son cours régulier.

Quand on considère une carte de l'Etna, on est effrayé de la multiplicité de ces cratères secondaires et des places qu'ils occupent, les uns au niveau, d'autres non loin des centres de population répandus sur le périmètre de la montagne. A chaque éruption, et tant que le phénomène n'a pas localisé sa fureur, les habitants de Bronte, aussi bien que ceux d'Aci-Reale et de Giarri, de Nicolosi et même de Catane, ignorent donc non-seulement s'il ne se déversera pas sur leurs maisons des torrents de lave brûlante, mais même si un cratère ne s'ouvrira pas sous leurs pieds, et il n'y a aucune raison d'affirmer qu'un jour ou l'autre une de ces formidables éventualités ne parviendra pas à se réaliser.

Le phénomène de l'écoulement des laves s'est prolongé pendant les mois de janvier et février 1869.

4

Géologie du désert d'Afrique.

M. Richard Owen a étudié les sections des terrains du désert d'Égypte, dans les tranchées du canal de Suez, entre Ismaïlia et Suez, près des Lacs Amers. Dans beaucoup d'endroits il a recueilli des débris organiques fossiles. Les plaines de Kalaïat-Raïan, appartenant au désert de Libye, sont remarquables par l'abondance des troncs pétrifiés (silicifiés) de palmiers et d'autres arbres qu'on y rencontre.

La réunion des témoignages géologiques rassemblés par M. Richard Owen lui fait conclure que le désert est le lit soulevé d'une ancienne mer.

Digitized by Google

Les observations faites dans les différentes localités démontrent, en outre, la longueur de la période géologique durant laquelle les éléments minéralogiques des grès, des calcaires, des marbres, des albâtres, du calcaire nummulitique, des argiles gypseuses, des bancs coquilliers, des couches argilo-calcaires peu consistantes, des sables et des poussières du désert, ont été répandus sur le fond de cette ancienne mer, qui a été finalement déplacée par le soulèvement de l'isthme.

D'après M. Richard Owen, ce laps de temps s'étendrait de l'oolithe supérieure et des terrains crétacés aux époques tertiaires de l'éocène ancien et du miocène nouveau.

La correspondance, sous le rapport des débris organiques fossiles, entre les dépôts les plus récents et les plus largement répandus du désert et les couches miocènes propres à l'île de Malte est une des indications de l'étendue de ce lit de mer tertiaire.

Dans les tranchées entre Ismaïlia et Suez, les couches sont pour la plus grande partie dans une position horizontale. Çà et là cependant une légère obliquité indique un excès local de la force soulevante. Au Sérapéum, près du grand bassin des Lacs Amers, les couches se composent principalement de sable fin, quelquefois légèrement aggloméré, contenant beaucoup de silex, auxquels s'associent quelquefois de nombreux nodules d'argile endurcie. Après 6 à 8 pieds de ces dépôts, on voit alterner avec eux des lits minces d'une substance calcaire friable et de dépôts gypseux plus ou moins consistants, indiquant des changements de condition dans les sources d'où dérivaient les matières qui venaient se déposer dans cet ancien lit de mer.

Plus près de Suez, en approchant de Salouf, des sables plus grossiers, avec une argile molle, blanchâtre, forment la masse de la section, mais présentent des couches minces alternantes de matière argileuse. Rarement, çà et là, vers le fond du canal, les dépôts ont un degré de dureté qui a exigé une manœuvre spéciale de la drague et un mode de travail analogue à celui que réclament les roches dures.

Digitized by Google

Au nord des Lacs Amers, les dépôts ont principalement un caractère argileux, et M. Lavalley a constaté que le fond du petit lac est formé par une argile gypseuse alternant avec quelques lits de sable.

Le long du canal compris entre Port-Saïd et Ismaïlia on trouve un sable marneux fin, comme celui du désert, remplacé occasionnellement par des couches d'argile de différents degrés de ténacité.

La réunion de toutes ces observations fait comprendre que les rapports entre le continent et la mer, à l'époque tertiaire, dans les lieux où se trouve aujourd'hui l'Afrique, étaient bien différents de leurs rapports actuels.

C'est lorsque la formation du continent actuel de l'Afrique fut assez avancée pour recevoir les pluies et les neiges fondues des chaînes de montagnes soulevées, et donner la direction requise aux eaux courantes, que durent commencer ces dépôts annuels du Nil, qui reposent sur l'ancien lit graduellement ascendant de la mer, lit qui a formé, comme l'avait reconnu Hérodote, le sol cultivable de l'Égypte.

Cette condition exceptionnelle de formation du sol, c'est-à-dire cette création annuelle de la terre arable, font de l'Égypte une contrée très-curieuse pour les géologues. Ajoutons encore que ce même pays a été le berceau des plus antiques civilisations.

5

Expériences sur la température des houillères.

Les mineurs prétendent que certaines houillères profondes, exploitées depuis quelque temps, ne sont pas à une température plus élevée que les mines plus superficielles. Cette opinion ne s'accorde pas avec les résultats scientifiques généralement admis aujourd'hui, à savoir que la température de la terre s'accroît graduellement, et d'environ 1 degré par 33 mètres de profondeur.

Digitized by Google

M. Lupton, en Angleterre, a entrepris de vérifier l'assertion des praticiens et de la concilier, en cas qu'elle fût vraie, avec la loi généralement admise pour exprimer l'accroissement de chaleur dans les parties profondes du globe.

M. Lupton a pu d'abord constater la température de deux puits à mesure qu'on les creusait, et voici la méthode que l'auteur a employée pour ses observations.

On forait dans l'axe du puits un trou de $1^m,83$ à $2^m,74$ de profondeur; on y descendait un thermomètre à maximum au moyen d'un fil de fer, et l'on fermait soigneusement l'ouverture du trou avec un tampon de chanvre et d'argile, afin de prévenir, autant que possible, la circulation de l'air dans le trou; puis on laissait le thermomètre dans cet état pendant 24 heures. La présence de l'air dans les deux puits diminue beaucoup, il est vrai, la valeur de ces expériences.

Quoi qu'il en soit, dans un de ces puits, poussé jusqu'à la profondeur de 276 mètres, l'élévation de température accusée par les thermomètres a été trouvée de 1 degré seulement pour une profondeur de $65^m,83$; tandis que dans un autre puits, où il y avait moins d'eau et où l'on est parvenu à 294 mètres, l'élévation de la température s'est trouvée de 1 degré pour 40 mètres de profondeur.

M. Lupton, ayant fait ensuite forer une série de trous horizontaux dans les parois des puits, y plaça des thermomètres, et fit boucher les ouvertures des trous, afin d'empêcher la circulation de l'air. La température de ces trous se maintint constante pendant l'hiver et l'été, bien que celle de l'air du puits subît de grandes variations. Dans les puits d'épuisement de ces deux houillères, l'accroissement de la température a varié de 1 degré pour $38^m,40$ à 1 degré pour 33 mètres.

L'auteur a fait ensuite des expériences semblables à la houillère de Bucknall, dans le Nottinghamshire, dans la houillère d'Annesley, dans la houillère de Kineton-Park.

En somme, le résultat de toutes ces observations accuse moyennement 10 mètres à $15^m,24$ de profondeur pour

Digitized by Google

la température de la couche sensiblement invariable, et 1 degré d'élévation pour 32m,91 de descente, ce qui confirme, on le voit, la loi généralement admise.

A ces recherches de M. Lupton se rattache une importante question, celle de savoir jusqu'où, dans la pratique, peut descendre l'exploitation des mines. M. Lupton a fait des expériences pour déterminer l'action de la ventilation sur le rafraîchissement des mines.

Or, à la houillère de Bücknall, la température des galeries de charbon, au moment de l'achèvement du puits, était de 21°,11. Dix mois après, on perça un trou de 0m,60 de profondeur dans la paroi d'une galerie traversée par un courant d'air, et l'on ne trouva plus que 15°,27.

A Annesley, à Kineton-Park et dans d'autres houillères, plusieurs expériences du même genre ont donné des résultats semblables. Avec un thermomètre très-sensible, l'auteur a observé, dans des galeries exploitées depuis quelque temps, que ce thermomètre, enfermé à une profondeur de 0m,15 seulement dans les parois, indiquait la même température que dans l'air de ces galeries.

M. Lupton conclut de là que les galeries des mines sont promptement rafraîchies par des courants d'air, parce que la masse de houille environnante, étant mauvais conducteur du calorique, n'échauffe pas sensiblement ce courant d'air.

A la profondeur de 3000 mètres, on observerait probablement une température de 100° dans les mines.

Pour estimer la puissance de radiation de la surface, l'auteur a supposé que la température était à 100°, mais que les galeries taillées depuis moins d'un an ne possédaient moyennement que la moitié de la puissance de radiation des surfaces de houille fraîchement taillées; enfin que les galeries dans lesquelles un courant d'air frais avait circulé pendant plus d'un an s'étaient refroidies à 15°,55.

Il est tout à fait possible à des hommes de travailler dans un air dont la température n'excède pas 26°,11, et la mécanique peut donner, à un prix qui ne serait probable-

Digitized by Google

ment pas un obstacle insurmontable, la ventilation nécessaire pour atteindre ce résultat.

M. Lupton croit pouvoir conclure de tout cela qu'il serait possible de faire descendre les exploitations de houille jusqu'à 3000 mètres au-dessous du sol environnant.

6

Élévation des côtes.

M. Smyth a cherché à mettre en évidence le soulèvement lent des côtes qui bordent le golfe de Forth, et à apprécier jusqu'à un certain point la rapidité du phénomène.

Des coquilles d'huîtres se rencontrent à 15 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, et par-dessus vient un dépôt stratifié de sable et gravier, qui s'élève jusqu'au delà de 30 mètres. On a constaté dans un endroit un soulèvement de 8 mètres, depuis le temps de l'occupation romaine; et les vieillards du pays se souviennent d'avoir vu la mer arriver en un point qui se trouve aujourd'hui élevé de 60 mètres au-dessus des plus hautes marées. On peut d'ailleurs établir, par la comparaison des anciennes cartes avec les nouvelles, que la côte s'est élevée de $1^m,30$, de 1770 à 1853, ce qui fixerait la vitesse du soulèvement à $1^m,50$ environ par siècle. Enfin on a rencontré des armes en silex enfouies dans un dépôt de nature certainement marine, et qui est aujourd'hui à 30 mètres de hauteur.

Nous devons ajouter toutefois que ces résultats sont contestés par M. Bryson. D'après lui, les dépôts observés sur les bords du golfe de Forth sont les détritus des rivières, remaniés par les marées et les ouragans, et le grand dépôt d'huîtres d'Inveravon devrait être attribué à une marée extraordinaire, accompagnée de tempête, qui eut lieu en 1766, et causa de grands ravages. Nulle part dans la contrée des trous de pholades n'auraient été observés à un niveau supérieur à celui de la mer actuelle.

Digitized by Google

Près de Lilleshall, dans le comté de Salop, M. C.-J. Woodward a observé un dépôt de coquilles récentes qui est environ à 150 mètres au-dessus du niveau de la mer. On y trouve notamment des *Fusus antiquus*, *Nassa reticulata*, *Natica clausa*, *Scalaria communis*, *Astarte borealis*, *Cardium edule*, *Cyprina Islandica*, *Mactra solida*, *Mytilus edulis*, *Psammobia Feroensis*, *Tellina Baltica*, *Balanus sulcatus*.

M. R.-A. Peacock a étudié les oscillations lentes que, depuis les temps historiques, ont subies les côtes de France dans le golfe de Gascogne.

Suivant lui, toute cette région aurait éprouvé une dépression générale, bien que dans l'Aunis il y ait au contraire une élévation.

D'après le même géologue, l'île de Jersey était autrefois réunie au continent. C'est postérieurement à Ptolémée, le géographe, que l'élévation du fond de la mer aurait donné naissance à l'île de Jersey.

On sait que les Anglais ont donné le nom de *rivages soulevés* (*raised beaches*) à des formations de galets qu'on rencontre en divers points des falaises de la Manche, et qui sont à un niveau supérieur à celui des plus hautes marées. Parmi les nombreuses localités qui offrent des exemples de ce phénomène, il faut citer le petit port de Sangatte, près de Calais. M. Prestwich l'a visité récemment, et il a reconnu, au milieu des galets et des sables, des morceaux de silex qu'il suppose appartenir aux couches crétacées inférieures; en outre, on y trouve des fragments de roches de la série oolithique du Boulonnais et deux galets de granit rouge, venant probablement de Cotentin.

M. Prestwich croit pouvoir conclure de ces faits que le canal était ouvert à l'ouest et s'étendait déjà entre la France et l'Angleterre avant la période du dépôt des graviers des vallées.

Digitized by Google

7

Le squelette de mammouth du musée de Bruxelles.

Au mois de mai 1860 on travaillait au canal de la Nèthe, lorsque à 150 pas de la porte de Malines, à Lierre, les ouvriers mirent à découvert le squelette d'un animal gigantesque enfoui dans les sables. Ce squelette était couché sur le flanc droit, la colonne vertébrale fortement courbée; la tête était entière, ainsi qu'une défense d'une énorme dimension. Presque toutes les côtes du côté gauche manquaient, et plusieurs des membres étaient brisés ou plutôt décomposés. M. Scoby, médecin militaire, averti de cette découverte, se rendit sur les lieux, et reconnut que ce squelette était celui d'un mammouth.

M. Scoby fit recueillir ces précieux restes d'un animal appartenant aux temps géologiques, et dont l'espèce est aujourd'hui éteinte. Mais les os avaient perdu leur solidité. La tête, d'un poids extrême, se fendit, et se sépara en de nombreux fragments, et d'autres ossements du squelette souffrirent également dans l'extraction et le transport.

Déposés au musée de Bruxelles, ces anciens débris se détérioraient chaque année davantage, lorsque le nouveau directeur, M. Dupont, en entreprit la restauration. Il fut surtout secondé dans ce difficile travail par un des aides-préparateurs du musée, M. Depauw, qui fit preuve, en cette occasion, de beaucoup d'intelligence et de persévérance. Après dix mois de labeur incessant dans les substructions de l'établissement, le mammouth de Lierre se trouva enfin entièrement restauré, dans l'attitude de la marche.

Sa hauteur au garrot est de $3^m,60$. La taille de l'éléphant des Indes, dont un squelette adulte existe au musée de Bruxelles, ne mesure que $2^m,60$, et celle de l'éléphant du Jardin zoologique $2^m,45$. La tête pèse 250 kilogram-

Digitized by Google

mes, et la défense conservée n'a pas moins de 2m,90 en suivant sa courbure.

Le travail de restauration offrit de plus grandes difficultés que celui de la restitution des os manquants. La tête n'était plus qu'un monceau de plus de deux cents fragments de toute grandeur. Un tiers environ du squelette manquait et dut être sculpté en bois. L'humérus, pour lequel le musée ne possédait pas tous les éléments de restitution, put être complété par l'étude d'un autre humérus entier appartenant au musée de Gand. Une des défenses est artificielle; un tibia et la première côte gauche n'appartiennent pas à l'animal, mais à un individu de même espèce, de même âge et de même taille.

Le mode de montage du mammouth de Lierre, aujourd'hui déposé au musée de Bruxelles, mérite d'être mentionné. Tandis que l'on voit partout dans les galeries zoologiques les os des squelettes percés, attachés et immobilisés, ce mammouth n'a pas un seul os percé. Au moyen des vis de pression on peut à l'instant enlever tel ou tel ossement pour le livrer à l'étude. On peut démonter cet énorme squelette en vingt minutes et le remonter en moins d'une heure.

Le mammouth habitait une vaste zone comprenant l'Asie septentrionale et l'Europe jusqu'à la latitude des Pyrénées. Les troupeaux de ce gigantesque pachyderme devaient être innombrables, car leurs débris charriés par les eaux ont formé de véritables îlots dans la mer glaciale, près des côtes de la Sibérie.

Les ouvrages de géologie nous apprennent qu'un individu de cette race, qui était demeuré depuis les temps géologiques enveloppé dans les glaces perpétuelles de la Léna, fut découvert par les riverains, et recueilli en 1806 par le naturaliste Adams, qui se rendait par terre de Russie en Chine. L'animal était entier avec ses chairs et sa peau. Cette peau était couverte d'une laine épaisse et rougeâtre; le cou portait une longue crinière. Ce qu'il y a de plus étrange, c'est que les chiens des Yakoutes du voisinage

Digitized by Google

purent se nourrir de la chair de cet animal mort, depuis des milliers d'années, et dont la race est depuis longtemps éteinte.

Le squelette du mammouth de M. Adams fut acheté 8000 roubles par le czar. Il se trouve exposé au musée de Saint-Pétersbourg. C'était le seul spécimen de cette antique création qui existât dans les musées de l'Europe, avant la restauration du mammouth de Bruxelles que nous venons de faire connaître.

8

La grotte des Morts.

Dans le département du Gard, arrondissement du Vigan, à deux kilomètres de Durfort, s'ouvre une excavation très-remarquable, d'où, depuis quelque temps, plusieurs savants exhument des restes d'une grande valeur pour l'histoire de l'homme primitif.

Les richesses de cette grotte ne sont connues que depuis environ trois ans. En 1866, un mineur qui cherchait du minerai, pénétra dans la grotte et y trouva des ossements. Ayant remis ces débris de squelettes à des professeurs d'Alais, ceux-ci vinrent procéder à une visite, et peu de temps après des fouilles furent exécutées.

Cette grotte est véritablement féerique. Une voûte régulière s'arrondit élégamment en forme de dôme; de belles stalactites se dessinent sur les côtés.

Après vingt-deux jours d'un déblayage laborieux on trouva une foule d'objets : sept ou huit colliers d'os, une trentaine de couteaux en silex, deux ou trois haches de la même pierre, un sifflet en os, une petite pierre pour aiguiser ou polir les couteaux, une côte ou une clavicule humaine dans laquelle se trouvait encore fichée une lame en bronze qui devait avoir amené la mort; quelques fragments de poterie, deux ou trois crânes complets, fort allongés, et dont les mâchoires étaient proéminentes.

Digitized by Google

Quelques sociétés savantes dirigèrent ensuite les fouilles. MM. Bunel, Aurès, Cazalis de Foudouce firent dans le terrain sous-jacent d'intéressantes découvertes.

D'après ce dernier observateur, les silex taillés (soixante environ) trouvés dans la grotte de Durfort se rattacheraient à deux catégories différentes. Il y a des outils et des armes. Les armes, qui consistent en javelots, flèches, bouts de lances, sont toutes taillées sur le même modèle, à l'exception de deux bouts de flèches, qui portent deux encoches pour les fixer au trait et de petites flèches à taille prismatique. Les outils se composent principalement de couteaux, droits ou circulaires, couteaux-haches, etc., formés de petites plaques minces de silex, que les hommes primitifs taillaient sur les côtés qu'ils voulaient rendre tranchants. Outils et armes semblent appartenir à l'âge de la pierre polie. Ils sont en silex d'un gris noirâtre recouvert d'une patine blanche qui est enlevée dans les parties taillées.

Dans le petit nombre d'os travaillés que l'on a trouvés, on remarque des dents percées, de loup, de chien et de renard. Ces dents percées servaient de pendeloques. Une défense de sanglier percée de deux trous était travaillée avec soin. On a aussi trouvé un poinçon de 5 centimètres de longueur, des perles de collier, une trentaine d'autres perles en cuivre rouge, dont la dimension varie de 4 à 6 millimètres. L'une d'elles renfermait un fragment du lien (peut-être formé de laine) qui avait servi à les rassembler.

Les objets en pierre peuvent se diviser en perles, pendeloques et boutons. On a trouvé des perles longues en jais ; d'autres, où la galène brillante, le marbre noir ou gris verdâtre, le spath calcaire, jaunâtre et translucide, l'albâtre, servaient comme ornement. De petites pierres plates, provenant des Alpes, fournissaient aussi des parures.

Citons enfin, parmi les objets les plus curieux qui aient été trouvés, des boutons d'albâtre, de vrais boutons, qui devaient servir à fixer les peaux de bêtes dont les hommes de cette époque se couvraient.

Digitized by Google

Les ossements humains qui ont été exhumés appartiennent tous à l'espèce humaine. Ils étaient enfouis assez profondément. Quoique les dents n'offrent pas l'usure myloïde caractéristique des populations anciennes, l'humérus, par sa perforation de la fosse épitrochléenne, présente un caractère particulier aux vieilles races.

Les objets qui ont été recueillis dans la grotte de Durfort paraissent lui assigner un caractère de contemporanéité avec la grotte de Saint-Jean-d'Alcas dans l'Aveyron. C'était sans doute la sépulture d'une petite tribu, d'une seule famille peut-être, où plusieurs générations furent ensevelies. Plus tard, après l'abandon de cette grotte sépulcrale, la nature s'en empara et l'eau, s'infiltrant à la partie supérieure de la grotte, a déposé les élégantes stalactites qui pendent de ses voûtes.

9

Ossements humains fossiles, des environs de Paris.

M. Reboux a recueilli dans les environs de Levallois, de Clichy et de Billancourt, près de Paris, un certain nombre d'ossements humains, des crânes entre autres, dont les uns peuvent appartenir à l'époque quaternaire, et les autres à l'âge de la pierre polie.

C'est à cette dernière époque qu'appartiendrait, selon M. Reboux, une sépulture trouvée à Billancourt, à 2 mètres de profondeur, non loin d'un petit monument mégalithique, et qui renfermait un squelette humain ainsi que quatre défenses de sanglier.

Ces débris, étudiés par M. le docteur Hamy, comprennent un beau crâne dolichocéphale, les os d'un bras, indiquant un individu de taille moyenne et un sacrum très-droit, et à cause de cela fort curieux. On sait que la courbure antéro-postérieure du sacrum, excessivement prononcée chez les Basques et les populations méridionales de la France,

Digitized by Google

est assez petite parmi les races du Nord ; mais la rectitude présentée par l'os de Billancourt est, paraît-il, sans exemple chez les races modernes.

10

Essai d'une classification des cavernes et des stations sous abri, fondée sur les produits de l'industrie humaine.

Le nombre des cavernes et des *abris sous roches* ayant fourni des restes de l'industrie humaine augmente tous les jours. On en connaît maintenant une centaine, parfaitement constatées, rien que pour ce qui concerne la période de la pierre taillée par éclats.

Les personnes qui se sont adonnées à l'étude des cavernes, reconnaissent qu'elles ne sont pas toutes du même âge, mais on n'a pu encore en dresser le tableau chronologique. Cela tient à ce que l'on a uniquement cherché les bases d'une classification dans les données paléontologiques. Pendant la période quaternaire, qui est celle de la pierre taillée par éclats, la forme des haches a pu varier, ce qui fait qu'elle ne fournit pas de données assez tranchées pour faire des coupes bien claires et bien nettes. Il n'en est point de même des produits de l'industrie. Ces produits se sont profondément modifiés, à plusieurs reprises et d'une manière générale. C'est sur ces objets que M. de Mortillet se fonde pour proposer une classification chronologique et méthodique des cavernes et stations sous abri.

Ce qui frappe d'abord, dit M. de Mortillet, c'est la grande prépondérance des instruments en silex dans les stations les plus anciennes, et, au contraire, l'abondance des instruments en os dans les stations les plus récentes. De là deux grandes divisions, qui peuvent encore se subdiviser chacune en deux. D'après le procédé employé en géologie, l'auteur donne à ces subdivisions le nom de la localité la plus connue et la plus typique. Voici les époques qu'il établit :

Digitized by Google

1° *Époque du Moustier*, caractérisée par la hache taillée en amande ou *langue de chat*, comme disent les ouvriers de la Somme, et par des pointes en silex à face lisse d'un côté, finement entaillée de l'autre. Les instruments en os font presque défaut.

La grotte du Moustier est située dans la commune de Peyzac (Dordogne). Se rapportent à la même époque : la grotte de Pey-de-l'Azé, commune de la Caneda (Dordogne) ; celles de la Martinière, commune de Charroux, et de l'Ermitage, commune de Lussac-les-Châteaux (Vienne) ; la station de Chez-Pouré, commune de Brive (Corrèze). Les alluvions quaternaires de la vallée de la Somme et celles de la vallée de la Seine se rapportent aussi à cette époque, ainsi que le remarquable gisement de Cœnove (Aisne). Dans les grottes qui viennent d'être citées, on a trouvé toute la faune quaternaire, et dans les alluvions quaternaires les deux types caractéristiques du Moustier.

2° *Époque de Solutré*. Les haches en amande ont disparu. Par contre, les pointes de silex se sont grandement perfectionnées ; elles sont finement entaillées sur les deux faces et aux deux extrémités. Ce sont elles qui caractérisent l'industrie de cette époque. L'arme est un casse-tête anguleux, qui se retrouve à l'époque suivante. Les simples lames sont rares, ainsi que les instruments en os.

Solutré est une station au pied d'un magnifique escarpement, dans le département de Saône-et-Loire. C'est à cette époque qu'appartiennent les gisements de Laugerie-Haute, commune de Tayac (Dordogne), et de Pont-à-Lesse (Belgique).

3° *Époque d'Aurignac*. Le nombre des instruments en os s'accroît considérablement à cette deuxième époque. Le casse-tête anguleux existe toujours, mais les pointes de traits et de lances, au lieu d'être en silex, sont en os ou bois de renne. Leur caractère essentiel est d'être fendus à la base, de manière que c'est la hampe taillée en biseau qui entre dans la pointe. La faune quaternaire est encore largement représentée.

Digitized by Google

La localité classique correspondant à cette époque est la sépulture d'Aurignac (Haute-Garonne). On peut citer aussi : Gorge-d'Enfer et le Cro-Magnon, commune de Tayac (Dordogne) ; Châtel-Perron (Allier); la grotte de la Chaise, commune de Vouthon.

4° *Époque de la Madeleine*, commune de Turzac (Dordogne). Elle est caractérisée par ses pointes de traits ou de lances en os et bois de renne, l'extrémité inférieure en pointe ou en biseau entrant dans la hampe. On trouve ici de nombreux produits artistiques : gravures et sculptures d'animaux, et l'on note la disparition d'animaux d'espèces éteintes, enfin le grand développement des animaux d'espèces actuellement émigrées dans les régions froides, surtout du renne.

C'est à cette époque qu'appartiennent les fameux gisements des Eyzies et de Laugerie-Basse, commune de Tayac (Dordogne); de Bruniquel (Tarn-et-Garonne); de Massat (Ariége); du Salève, commune de Bossay (Haute-Saône); de Furfooz (Belgique); de Schussenried (Wurtemberg), etc.

Vient ensuite, dans la classification proposée par M. de Mortillet, la période de la pierre polie.

11

Découverte de silex taillés dans le sud de l'Algérie.

M. l'abbé Richard avait émis, en 1868, cette idée, que « les ateliers d'instruments préhistoriques sont toujours dans le voisinage de sources anciennement connues. »

Or, au mois de novembre 1868, en compagnie de M. de Sonis et de Mgr Suchet, M. l'abbé Richard a visité, pour des recherches de sources, les hauts plateaux du sud de l'Algérie et le commencement du désert. En approchant de l'oasis d'*Aïn-el-Assafia* (nom qui signifie *source limpide*), il dit à ses compagnons de route : « Si le désert a été habité avant les temps historiques, c'est près des

Digitized by Google

sources que nous trouverons des traces de l'homme primitif. » En effet, près de cette oasis, les voyageurs ont trouvé plus de soixante silex taillés.

M. l'abbé Richard en a recueilli ensuite près des sources d'Aïn-el-Ibel, à Mecta-el-Ouest, et près du caravansérail d'Aïn-Ouessera ; enfin il en a trouvé dans le voisinage du monastère de la Trappe de Staouëli.

Tous ces ateliers sont près de *sources anciennement connues*.

Les instruments sont des couteaux, des grattoirs, des scies, des pointes de flèche, et quelques marteaux, etc. Les pièces sont petites, mais très-fines.

Les silex sont de la nature de ceux que renferment les montagnes crayeuses des hauts plateaux, surtout près de Laghouat. Ce sont les premiers silex taillés qui aient été trouvés dans le sud de l'Algérie et dans le désert.

M. de Mortillet, à propos de la communication de M. l'abbé Richard, a informé l'Académie que d'autres silex taillés ont déjà été signalés vers les frontières de l'Égypte, par M. Worsaae, et dans le désert au delà de l'Aurès, par M. Berbrugger. Des instruments en pierre polie ont été également signalés par M. Reboud, dans les contrées au delà du Tell. Enfin, le musée de Saint-Germain possède une pointe de silex très-bien taillée, recueillie aux Chotts (province d'Oran), par M. Chopin, qui en a rapporté un certain nombre.

12

Bâtons de commandement trouvés dans la caverne de Goyet (province de Namur).

M. Ed. Dupont a examiné deux *bâtons de commandement*, c'est-à-dire deux instruments propres à l'homme antéhistorique, trouvés dans la caverne de Goyet. Le premier est une portion de bois de renne travaillée de main

Digitized by Google

d'homme, semblable à ceux décrits par M. Lartet. Le second ne porte pas d'ornements, et est encore attaché à un morceau de la brèche stalagmitique à laquelle il adhérait.

Le premier est orné, sur ses bords et sur ses deux faces, de traits gravés, mais une partie importante du dessin était sur la portion de l'objet qui a été perdue. Des traits s'y coupent et il y a quelques hachures.

L'autre face porte la figure d'un poisson, dont la partie postérieure manque, par suite de la cassure. Les points en creux qui ont été gravés sur le dos du poisson semblent figurer les taches caractéristiques du dos de la truite.

Ces deux spécimens antéhistoriques ont été trouvés dans le limon fluviatile qui recouvre, sur une épaisseur moyenne de trois à quatre mètres, la paroi inférieure de la caverne. La même couche a fourni en cet endroit de nombreux silex taillés en forme de couteau; d'autres silex, en plus petit nombre, rappellent la forme des haches dites du *type du Moustier*. Les os travaillés sont surtout des bois de renne taillés en forme de dard. Les débris des repas de l'homme sont spécialement représentés par de nombreux fragments d'os de membres et de la tête qui se rapportent au mammouth, au rhinocéros, à l'hyène, au grand ours, au renne, à l'élaphe, au loup, etc.

L'âge géologique de ces restes de l'art primitif est donc établi sur des données fort complètes.

13

Formation de la houille.

M. Ravaudé (de Verdun) possédait une scierie ou se trouvait une scie verticale, de $0^m,60$ de course. Chacune des coulisses fixes était formée d'une planche de hêtre de 2 mètres de long et $0^m,20$ de large. Un bord était taillé en prisme triangulaire isocèle, dont l'angle au sommet avait 50 degrés et la base $0^m,025$, épaisseur de cette planche. Ce

Digitized by Google

prisme était revêtu, ainsi qu'une partie de la largeur de la planche, d'une feuille de tôle de fer de $0^m,003$ d'épaisseur. La coulisse mobile était en bois dur de $0^m,10$ de hauteur.

Quand l'ouvrier négligeait de mettre de l'huile, la tôle s'échauffait jusqu'à devenir bleue (environ 300 degrés). Il est probable que la chaleur du bois en contact était environ moitié. Cela durait peu, car l'ouvrier était averti par l'odorat. De plus, il faisait cette faute rarement, peut-être une fois chaque six mois.

Après quinze ans de travail, cette scie fut démolie. M. Ravaudé s'attendait à trouver le bois carbonisé. Il était transformé en houille à facettes brillantes, à arêtes vives. Le volume de chaque morceau était d'environ $0^m,01$. La contexture du hêtre avait disparu et n'était plus visible qu'au microscope, en tranches minces.

14

Embrasement de la mer Caspienne.

Voici, dit un journal, un phénomène merveilleux : l'embrasement presque général de la mer Caspienne, qui a rempli d'admiration et de stupeur les populations riveraines de cette mer.

La mer Caspienne possède une île dans laquelle on exploite du naphte, ou huile de pétrole. Les puits servant à l'exploitation de ce liquide goudronneux s'enflamment quelquefois, et l'orifice, alors en feu, projette des lueurs fantastiques sur l'étendue du lac. En 1869, ces sources de naphte s'échappant des rives du lac se sont répandues sur la surface de la mer, et l'ont couverte d'une immense couche du liquide inflammable. Au contact d'une simple étincelle, la combustion a eu lieu instantanément, et la mer Caspienne a flambé comme un bol de punch.

Ce bol de punch avait une superficie de 16 850 lieues carrées.

Digitized by Google

Les peuplades dispersées sur les rivages ont cru voir des cratères, des tourbillons, des gouffres, des monstres vomissant des flots enflammés; et l'imagination aidant, c'est le séjour de Pluton lui-même qui se serait installé sur ces sombres bords

Une grande quantité de poissons se faisaient remarquer, pendant les deux nuits qu'a duré l'embrasement, sautillant et voletant à la surface pour échapper au fléau. La mer en était littéralement couverte.

Cet événement, si l'on en croit les anciens géographes, s'est déjà produit, quoique rarement, et a épouvanté les pêcheurs de la mer Caspienne.

15

La pêche du corail.

Il a paru, sur ce sujet, dans le *Bulletin de la Société d'acclimatation*, un mémoire que nous allons résumer.

Le gouvernement français s'est toujours montré jaloux de favoriser tous ceux qui ont voulu s'adonner à la pêche du corail, et les a encouragés par tous les moyens en son pouvoir.

Ce fut sous ses auspices qu'en 1561 deux notables négociants de Marseille fondèrent, pour ce genre d'exploitation, sur le littoral de Tunis, Alger et Maroc, une grande compagnie, dite du *Bastion de France*, qui comptait jusqu'à 800 habitants, peu d'années après sa fondation.

En 1628, Samson Napollan donna plus d'extension à cette industrie, qui déclina après sa mort, arrivée en 1633.

D'autres sociétés se constituèrent sous la protection et avec les faveurs spéciales de Louis XIII et Louis XIV. En 1719, il se forma une nouvelle société, dite *Compagnie royale d'Afrique*, sur l'initiative de deux Marseillais, MM. Rémusat et Garambais, que Louis XV protégea, et

Digitized by Google

qui fut très-longtemps prospère. Elle embrassait la pêche du corail sur les côtes de Provence et d'Afrique et possédait à Marseille et à Cassis des fabriques pour tailler et percer le corail.

A l'époque de la Révolution française, cette compagnie fut supprimée et remplacée par les Napolitains et les Toscans qui s'emparèrent de cette pêche.

Mais aujourd'hui encore le gouvernement français voit avec regret cette industrie corallienne exploitée sur nos côtes par des étrangers. En 1864, sur une proposition du ministre de la marine, on décida que tous les marins de nos possessions d'Afrique qui se livreraient à la pêche du corail, ou au cabotage, seraient considérés comme en cours de voyage et non soumis aux obligations des levées.

M. Focillon voit dans l'adoption des bateaux sous-marins la solution si longtemps cherchée de reconquérir au profit de la France la pêche du corail.

Cependant la concurrence italienne est arrivée par des moyens économiques à s'approprier aujourd'hui presque exclusivement l'importante exploitation du corail.

Les exploitations de corail en France ont été :

De 1087	kilogrammes en	1838
1566	—	1839
1424	—	1840

Le Sénégal et les autres pays d'Afrique offrent les principaux débouchés. En 1841 il a été emporté de Marseille pour le Sénégal, 673 kilog., et il est à remarquer que ces chiffres d'exportation ne comprennent que celles constatées par la douane, tandis qu'il y a des quantités très-importantes embarquées sans déclaration.

Le corail brut mis en consommation à Marseille s'est élevé :

En 1839 à.....	4752	kilogrammes.
1840 à.....	4354	—
1841 à.....	5885	—

Digitized by Google

dont

1097	kilogrammes	provenant	d'Espagne.
1297	—	—	des États-Unis.
1705	—	—	des Deux-Siciles.
1404	—	—	de Toscane.
234	—	—	d'Algérie.
137	—	—	de pêche française.

Le docteur Lacaze-Duthiers, qui a séjourné longtemps sur les rivages où se fait la pêche, estime qu'un grand bateau, monté par douze hommes, doit, dans sa saison, pêcher 250 kilogr. de corail pour faire ses frais, et que sa cueillette s'élève à 300 kilogr. La pêche est fructueuse et laisse un bénéfice d'environ 3000 francs. Il cite à ce sujet un fait qu'il importe de noter : c'est que, d'après les renseignements qui lui ont été fournis par M. Martin (des Martigues), dans l'espace d'un peu plus d'un an, à l'aide de six scaphandres, on a pu pêcher, au cap Couronne, pour plus de 100 000 francs de corail. Cette pêche a été opérée par trois bateaux montés chacun par deux plongeurs scaphandreurs, un patron et quatre hommes d'équipage, et dans les premiers temps chaque plongeur récoltait de 8 à 10 kilogrammes de corail par jour

D'après les *Annales du commerce extérieur* (juillet 1866), les bateaux corailleurs partent principalement de Torre del Greco, Livourne, la Ligurie et quelques régions de la Sardaigne, où sont les principaux armateurs. Chaque barque est montée par six ou douze hommes.

Pour faire face aux dépenses d'armement, chaque bateau doit pêcher en moyenne 200 kilogrammes de corail, qui, vendus à 60 francs le kilog., donnent un total de 12 000 francs.

Les coraux sont travaillés en Italie, dans 59 tailleries, occupant 6000 personnes des deux sexes.

Les pays européens sont ceux qui font le moins usage du corail. Au contraire, l'Asie entière, particulièrement l'Inde et la Chine, le centre de l'Afrique, l'Amérique en con-

Digitized by Google

somment la majeure partie. Au Sénégal, il sert de monnaie.

Le commerce du corail rapporte à l'Italie de 12 à 15 millions par an.

Les plus beaux et les plus riches bancs de coraux se trouvent sur les côtes d'Afrique, souvent à une grande profondeur, dépassant parfois cent mètres.

16

Découvertes faites par M. Grandidier à l'île de Madagascar.

M. Alfred Grandidier est un jeune voyageur qui, depuis plusieurs années, enrichit nos cabinets d'histoire naturelle du résultat de ses courageuses et patientes explorations. En ce moment il réside à Madagascar, s'attachant à l'étude des animaux fossiles de cette île africaine, qui présente pour les naturalistes un intérêt tout particulier.

Les mammifères qui vivent aujourd'hui à Madagascar diffèrent beaucoup de ceux de toutes les autres parties du globe. Ces mammifères se composent uniquement de types propres à cette île. On n'y voit aucun représentant des grands herbivores qui donnent à la population zoologique de l'Afrique et de l'Asie ses caractères les plus saillants. On pouvait croire dès lors qu'il en avait été toujours de même; mais les découvertes faites par M. Grandidier changeront, à cet égard, l'opinion des naturalistes. Il résulte de ses observations qu'à l'époque plus ou moins éloignée où Madagascar était habitée par l'oiseau gigantesque désigné sous le nom d'*Epiornis*, cette île possédait aussi de grands pachydermes fort analogues à l'une des espèces africaines les plus remarquables. En effet, M. Grandidier vient d'y découvrir de nombreux débris d'une espèce particulière du genre hippopotame.

C'est en faisant des fouilles dans un terrain marécageux, à Amboulitsate, sur la côte occidentale de Madagascar,

Digitized by Google

que M. Grandidier a constaté ce fait important. Il a trouvé les débris d'environ cinquante hippopotames mêlés à des os d'épiornis et d'autres animaux d'espèces éteintes.

L'hippopotame fossile de Madagascar, que M. Grandidier inscrit dans les catalogues zoologiques sous le nom d'*hippopotamus Lemerlei*, est beaucoup moins grand que l'*hippopotamus amphibius*.

Les débris de l'oiseau gigantesque de Madagascar, connu sous le nom d'*Epiornis*, que M. Grandidier a trouvés mêlés à ceux d'hippopotame, consistent en fragments d'œufs, un tibia, un fémur, etc.

Le même dépôt renfermait d'autres os d'oiseaux, ainsi que diverses parties du squelette d'une tortue terrestre, que M. Grandidier considère comme constituant une espèce nouvelle et qu'il désigne sous le nom de *Testudo abrupta*. Il y a trouvé aussi des débris de crocodiles, et il pense que tous ces animaux étaient contemporains du dronte de l'île Maurice.

Ces découvertes, qui intéressent la zoologie géographique autant que la paléontologie, ne sont pas les seuls résultats obtenus par M. Grandidier à Madagascar. Il a trouvé trois espèces nouvelles de Lémuriens, auxquelles il a donné les noms de *Chirogalus samati*, de *Chirogalus gliroides* et de *Chirogalus adipicaudatus*, et une espèce nouvelle de tortue. Enfin, il a découvert, dans des couches sablonneuses à Etséré, une magnifique carapace d'un émyde (*emys gigantea*), mesurant 132 centimètres de long sur 130 centimètres de large, et plusieurs parties du même animal.

17

Le chimpanzé du Jardin d'acclimatation.

Malgré la fièvre électorale dont Paris brûlait vers le mois de juin, les Parisiens n'en sont pas moins allés rendre

Digitized by Google

visite au nouvel hôte que venait de recevoir le Jardin zoologique, un singe appartenant au genre troglodyte et à l'espèce chimpanzé.

Cet échantillon de la gent simienne avait alors — il est mort depuis — de six à dix mois. Il avait été capturé, non sans dangers, par M. Faragua, capitaine au long cours, dans les forêts du Gabon. Il fallut, pour s'emparer du jeune singe, tuer la mère, et braver la redoutable fureur d'une troupe de chimpanzés surexcités par la lutte.

La famille des singes anthropomorphes (singes à forme humaine) comprend quatre genres : l'orang-outan, le gorille, le gibbon, le troglodyte. Ce dernier, qui ne se trouve que sur la côte occidentale d'Afrique, ne doit pas être confondu avec l'orang-outan, qu'on ne rencontre qu'en Asie et dans les îles de la Sonde. C'est, dit M. Victor Meunier, celui qui se rapproche le plus de l'homme par les proportions de ses membres, et celui qui s'en éloigne le moins par la forme de sa tête, quoique ses énormes arcades orbitaires, qui font paraître son front beaucoup plus bas qu'il ne l'est, établissent entre lui et nous une différence qui n'est pas à son avantage. Ses conques auditives, tout en étant beaucoup plus grandes que les nôtres, ont la même forme que dans notre espèce. Ce singe a quatorze paires de côtes, tandis que nous n'en avons que douze.

La face est nue, ainsi que les oreilles et les mains. Les yeux sont petits, mais expressifs. Le nez est camus, la bouche large, peu saillante pour un singe, le poil peu abondant, noir comme les favoris et les cheveux, qui sont plus longs que les poils du cou.

Ce singe, de l'espèce duquel certains naturalistes mal inspirés veulent aujourd'hui faire descendre les races humaines, était d'une intelligence surprenante, au dire de son gardien. Malheureusement sa face portait l'empreinte d'un ennui profond, outre l'expression de la douleur qui le minait. Presque tout le temps accroupi sur les genoux de son gardien, vêtu d'une petite camisole rouge et enveloppé aux trois quarts dans une couverture, il regardait avec douceur

Digitized by Google

et langueur les curieux qui collaient leurs visages à la grille de sa case. Sa nourriture se composait de laitage.

Un jour, on ne le vit plus. La maladie et la nostalgie l'avaient tué.

Il a été peu de temps après remplacé par un de ses frères, des mêmes forêts du Gabon.

18

Essai d'acclimatation du renne dans les Alpes.

Le renne, dont les Lapons tirent un si grand parti, et qui est pour eux ce que le chameau est pour l'Arabe, l'éléphant pour l'Indien, vient d'être l'objet, dans les Alpes, d'un très-intéressant essai d'acclimatation.

Au mois de juin 1867, deux rennes, achetés à un marchand d'animaux des environs de Genève, furent transférés au Roseggthal, dans le voisinage immédiat du célèbre glacier du même nom, et installés sur le pâturage que l'on y trouve.

Là croissent en abondance les plantes alpestres les plus succulentes, et l'on y rencontre aussi le lichen, qui constitue spécialement la nourriture du renne. Nos deux ruminants se mirent à paître autour de la cabane qui devait leur servir d'abri. Dans les premiers temps, le gros bétail témoignait de la crainte à l'égard des nouveaux venus, et se tenait sur la défensive; mais bientôt les animaux s'habituèrent les uns aux autres et vécurent en bonne harmonie.

Au commencement de décembre, les rennes, dont l'état de santé ne laissait rien à désirer, furent ramenés, avec le bétail de la station alpestre, vers l'habitation, et placés dans une prairie assez spacieuse, adjacente à la maison et entourée d'une haie. Ils ne paraissaient souffrir aucunement du froid; ils restaient nuit et jour en plein air, et ne venaient sous le hangar qui leur était destiné que pour y manger.

Au mois de juin, les animaux rentrèrent dans leurs

Digitized by Google

cantonnements d'été de l'année précédente, mais le mâle était si méchant que l'on dut, pour éviter des accidents, scier la magnifique ramure qui parait sa tête.

Lorsque ces animaux furent cédés en dernier lieu au Jardin zoologique de Turin, on n'avait pu encore en obtenir des petits; mais il résulte de cette expérience que le renne peut vivre dans les Alpes, et même s'y bien développer.

19

Multiplication des colins de Californie.

En 1865, M. Louis Coignet acheta deux paires de colins de Californie, au parc de la Tête-d'Or, à Lyon. Mis dans une cage, ces oiseaux ont pondu, aux mois de mai et juin, 75 œufs, qui ont été couvés par de petites poules javanaises. L'éclosion réussit parfaitement. Vers le milieu d'octobre et vers le commencement de mars, M. Louis Coignet envoya des colins à Conflans-sur-Ain, pour qu'on les mît en liberté. L'année suivante, même opération.

Après plusieurs jours de liberté, plusieurs colins sont venus se réfugier à la ferme, et ont fait bon ménage avec les poules. Le soir, ils se perchaient sur des ormes.

Pendant deux ans, M. Coignet chercha en vain trace de ces animaux; il n'en rencontrait jamais à la chasse. Cependant, en 1867, plusieurs gardes lui affirmèrent qu'il en avait été tué, et qu'eux-mêmes en avaient vu des compagnies, à des distances de 15 et 20 kilomètres de Conflans.

En 1868, on vendit à plusieurs reprises des colins au marché de Bourg.

Vers le mois de novembre de la même année, M. Louis Coignet, chassant à Conflans, vit, à son grand étonnement, une cinquantaine de colins, qui se levaient les uns après les autres devant les chiens, et allaient se poser sur les aspérités des rochers qui encaissent ce pays. M. Coignet put s'assurer qu'il retrouvait enfin la reproduction de colins qu'il avait

Digitized by Google

mis en liberté depuis quatre ans. Le pays, tout à fait inaccessible en bien des endroits, doit par cela même servir de refuge à ce nouveau gibier.

D'un autre côté, M. Hennecart, dans le département de Seine-et-Marne, poursuivait des expériences d'acclimatation sur les mêmes oiseaux.

Depuis 1865, M. Hennecart a eu chaque année plusieurs couples de colins de Californie qui ont passé l'hiver en complète liberté; et quoiqu'on ait traversé un hiver très-rigoureux (1867-1868), au printemps de 1869 il avait encore une dizaine de colins très-bien portants, et eut d'eux quatre couvées dans le bois. Une seule est arrivée à bien, les autres ayant été détruites par le fauve. Cette couvée a donné une quinzaine de petits, dont il reste aujourd'hui la majeure partie, vivant tantôt en plaine, tantôt au bois, mais rentrant tous les soirs au bois pour se coucher, en se perchant comme les faisans suivant le temps, soit sur les taillis, soit sur les arbres de futaie.

Le matin, les colins arrivent à l'heure où l'on donne à manger aux faisans, et se mêlent avec eux, pour avoir leur part d'avoine.

En outre, M. Hennecart élève des colins dans un grand enclos d'environ un hectare, avec les perdreaux, et il les laisse libres de s'en aller en compagnies dans les plaines. On les voit revenir au bord des bois quand l'hiver commence à arriver.

Il y a quelques années les colins émigraient et on ne les revoyait plus; tandis que M. Hennecart a maintenant, à l'état sauvage, au moins cinquante individus, paraissant avoir parfaitement hiverné.

De plus, tous les ans, il lâche plusieurs couples de colins au mois de mars, et la plupart se reproduisent en liberté et passent l'été tout autour du château. Une partie de ces oiseaux est rentrée en faisanderie l'hiver; mais, cette année, plusieurs d'entre eux sont encore en liberté dans le parc.

Dans la saison dernière, il a été tué deux colins en chas-

Digitized by Google

sant au bois : il y avait déjà trois ans qu'on les connaissait à l'état sauvage.

La chair de cet oiseau est très-blanche, mais sans grande saveur.

Il y a au moins dix ans que M. Hennecart s'occupe de l'élevage du colin, et il a la conviction qu'il est arrivé à un résultat, et que cet oiseau est acclimaté chez nous à l'état sauvage. Il ne reste plus qu'à le propager pour que les plaines de la Brie puissent compter un gibier de plus.

Si MM. Coignet et Hennecart ont pu réussir à multiplier le colin de Californie, d'autres, à coup sûr, pourront obtenir des résultats analogues, à la condition toutefois de réunir, pour assurer le succès, le plus grand nombre de conditions favorables. M. Hennecart doit d'avoir réussi à la localité parfaitement gardée et surveillée dans laquelle il habite.

20

L'ostréiculture à Arcachon, Hayling et Trieste.

Les détails suivants sont empruntés à un rapport de M. le Dr Soubeiran, secrétaire de la Société impériale d'acclimatation.

Arcachon. — Les parcs impériaux ont été fondés en 1860, sur l'initiative de M. Coste, dans le bassin d'Arcachon, où ils occupent une superficie de 26 hectares, divisée en trois parcs : Grand-Cès (10 hectares), Crastorbe (12), Lahillon (4). Ils ont commencé à produire en 1862. Des ravages assez considérables ont été commis par les bigorneaux perceurs et l'influence de températures extrêmes. De plus, dans l'année de ces ravages, c'est-à-dire en 1868, les fournitures faites à la marine ont été trop fortes, et si on les continuait, on arriverait à l'épuisement des parcs.

Aujourd'hui (1869), il ne reste plus sur les parcs impériaux que 6 millions d'huîtres de 2 à 3 centimètres, plus

Digitized by Google

150 000 huîtres mères dont il est excessivement important de ne pas se défaire, sans quoi on tuera la poule aux œufs d'or.

Afin d'obvier aux fâcheux résultats d'années mauvaises pour l'essaimage et d'une cueillette exagérée, on a proposé de suspendre la pêche pendant trois ans : car si la saison de 1869 est productrice, le naissain n'étant détroqué qu'en 1872, le sera sans grandes pertes et contribuera presque complétement à l'accroissement de la population des bancs. Si au contraire 1869 est improductif, comme l'a été 1868, il y aura encore moyen, jusqu'en 1872, d'espérer un meilleur résultat, en n'étant pas obligé de détroquer des huîtres trop jeunes.

La reproduction du naissain dans le bassin d'Arcachon, qui avait été très-faible en 1867, par suite de violents orages pendant les mois de juillet et d'août, a été nulle en 1868, en raison des chaleurs extrêmes, excepté sur le parc Lahillon, vrai foyer de repeuplement, où 750 tuiles ont fourni 735 000 huîtres jeunes, dont le produit total est évalué à 2 000 000 d'huîtres. On avait placé cette année, sur les parcs impériaux, 200 000 tuiles enduites de chaux hydraulique, 5000 drains, également enduits, et 400 fascines, dont moitié seulement étaient préparées à la chaux.

Il existe dans le bassin d'Arcachon 116 concessions, occupant une superficie de 370 hectares; quelques-unes donnent des produits rémunérateurs; d'autres, en petit nombre, des produits médiocres ou mauvais dus au défaut de soin dans l'exploitation.

Malgré les vicissitudes par lesquelles a passé l'ostréiculture à Arcachon, on peut dire, d'après M. Soubeiran, qu'elle n'est pas dans une mauvaise situation.

Hayling. — La pratique de l'ostréiculture en Angleterre date de la visite faite en juin 1865 aux principaux établissements huîtriers de France par M. W. Hart. On commença à Hayling, en décembre 1865, après différentes tentatives avortées, à cultiver les huîtres. Aujourd'hui cet établissement se compose d'environ 44 hectares, divisés

Digitized by Google

ainsi : 35 hectares pour la reproduction, 5 hectares pour les lits d'hiver, et 4 hectares pour les claires.

L'établissement d'Hayling est composé de bassins, abrités des vents, qui doivent fournir lors des marées de l'eau pure et reposée aux bassins d'hiver. Les jeunes huîtres y passent leur premier hiver. Au voisinage de ces bassins et sur une vaste superficie, sont des réservoirs de reproduction à lit de gravier, sur lequel reposent les huîtres mères (dont M. Hart estime l'âge, en moyenne, à dix ou douze ans). Les huîtres, après leur essaimage, sont parquées pour être engraissées. Dans la partie la plus déclive de l'établissement sont quatorze *claires*, pouvant assécher à mer basse.

Le système suivi à Hayling est la culture à espace clos, dite de Fusaro, qui a paru donner les meilleurs résultats, mais qui a l'inconvénient d'exiger de grandes avances de fonds avant de donner aucun produit, c'est-à-dire pendant trois ans, temps nécessaire aux huîtres pour devenir marchandes. Mais comme il est assez facile de maintenir l'eau à une température presque constante, surtout à l'époque de l'essaimage, le naissain y pullule et s'y développe rapidement.

On a aussi tenté la méthode de l'île de Ré, c'est-à-dire l'utilisation des rivages pour la production des huîtres, ainsi que le système de Saint-Brieuc, c'est-à-dire l'emploi de collecteurs dans des eaux profondes ; mais les résultats n'ont pas été satisfaisants. M. Hart a remplacé les tuiles par des claies ou collecteurs à petite surface. Le détroquage se fait vers la fin de l'année quand les huîtres ont atteint le diamètre d'une pièce de un franc.

D'après M. Hart, le temps d'interdiction de la pêche est trop limité, et des démarches sont faites en Angleterre pour que la pêche soit prorogée pendant le mois de septembre et qu'elle ne commence qu'en juin au lieu de mai, les huîtres n'étant presque jamais, à cette époque, prêtes à la reproduction.

Trieste. — Depuis un temps immémorial, on prévient, sur la côte autrichienne, la destruction du naissain des huî-

Digitized by Google

tres en plantant dans la vase des branches de chêne, auxquelles il s'attache et demeure fixé jusqu'à ce qu'il ait atteint les dimensions marchandes. Ces branches séjournent trois ans dans l'eau, période après laquelle on les pêche au moyen de crochets, couvertes d'huîtres en nombre considérable. On ne les rejette à l'eau qu'au moment de la reproduction.

Depuis l'impulsion donnée par M. Coste à l'ostréiculture, M. le chevalier d'Erco a fait des essais dans l'Adriatique, en récoltant le naissain sur des tuiles et des pierres, procédés qu'il appropria aux conditions locales.

Au moyen de groupes de 3, 4, 5 ou 6 briques de $0^m,25$ de long sur $0^m,12$ de large et $0^m,025$ d'épaisseur, cimentés les uns aux autres à mi-largeur et à plat, il forma des sortes d'escaliers, posés de champ, deux par deux, écartés par la base, se touchant par en haut et placés par files dans la direction du vent prédominant. Il faut prendre garde, en disposant ces degrés les uns au contact des autres, que la surface libre de la brique terminale soit tournée vers le vent prédominant lors du gros temps, de telle sorte que les vagues glissent sur sa surface, tout en l'appuyant sur le collecteur qui lui sert de soutien, et leur donne à tous deux plus de résistance. Suivant leur position, plus ou moins bien abritée, on doit faire usage de collecteurs d'un plus ou moins grand nombre de briques; toutefois, pour consolider l'installation, il serait bon de déposer en avant de chaque file de briques, du côté du vent prédominant, quelques grosses pierres pour servir de brisants. Sur ces collecteurs, ainsi placés de champ, on superpose d'autres briques horizontales pour augmenter la surface où pourra se fixer le naissain.

Le résultat a été satisfaisant. En effet, 3000 briques ont fourni 90 299 petites huîtres, quantité extraordinaire pour un espace si restreint.

M. le chevalier d'Erco a fait aussi organiser dans les eaux de Grado un établissement pour l'élevage et le développement des huîtres : environ 4 hectares, clos et munis

Digitized by Google

de deux grandes écluses renfermant 57 claires, aménagées de telle sorte que le mouvement des eaux y est très-facilement réglé au moyen d'écluses intérieures. Cet établissement, tout récent, a déjà fourni des huîtres vertes.

21

Naturalisation du saumon du Rhin dans le lac de Genève.

Le bassin du lac de Genève n'offre au point de vue ichthyologique aucune communication avec la Méditerranée. Le Rhône en s'engouffrant entre des rochers, près de Bellegarde, au lieu dit *la perte du Rhône*, ne laisse rien passer. C'est à peine si, de loin en loin, quand les eaux sont très-hautes, une anguille à la montée parvient à franchir cette barrière, et arrive jusqu'au Léman (lac de Genève) où l'on en prend *une* ou *deux* dans un demi-siècle, tandis que ce poisson abonde dans les eaux situées en dessous de la perte du Rhône. Ceci posé, que pouvait-il advenir de l'introduction du saumon du Rhin dans les rivières ou ruisseaux qui se déversent dans le Léman? Voici, d'après M. le Dr Chavannes, les alternatives diverses qui pouvaient se produire.

Ces petits saumons, arrivant dans cette grande masse d'eau très-profonde, pouvaient perdre l'instinct de retourner à la mer, et demeurer dans l'ancienne *mare Lemanum;* ou bien ils pouvaient tenter de retourner à la mer, mais, trouvant à la perte du Rhône des obstacles trop dangereux pour eux, rétrograder et demeurer au lac; enfin, ils pouvaient, poussés par leur instinct, braver tous les obstacles et passer à travers la perte du Rhône et y périr en tout cas, s'ils étaient retournés à la mer, ils n'auraient pas pu revenir dans le bassin du Léman pour y frayer, puisque la petite anguille passe si difficilement. D'une façon ou de l'autre, ils étaient donc perdus pour le lac. Voilà ce qui pouvait arriver, voyons maintenant les faits.

Toujours suivant M. Chavannes, en 1857 il a été mis

Digitized by Google

en liberté dans le *bay de Noville*, à la tête du lac, 300 à 400 jeunes saumons. En 1860, dans le même endroit, on a versé 3700 alevins de saumon; en mars 1863, environ 4600 alevins ont été remis dans la Dullive, petite rivière dans le voisinage de Nyon, à environ 60 kilomètres de l'endroit où ont été lâchés les premiers alevins.

Ainsi donc on a déposé à diverses époques, dans les affluents du Léman, environ 9000 alevins de saumons, provenant tous d'Huningue, dont les plus anciens ont aujourd'hui douze ans, les plus jeunes un peu plus de six ans.

Dès lors, il a été repris dans le lac ou dans ses affluents bon nombre de ces saumons, soit au filet, soit à la ligne. En somme, le chiffre des saumons pris s'élève probablement à plus de trente.

En 1859, après trois ans, plusieurs des saumons repêchés pesaient 1 kilog. En juin 1861, il a été pris un de ces saumons, long de 38 centimètres, pesant 750 gr.; la chair avait toute l'apparence et le goût de celle du saumon du Rhin.

Le plus grand des saumons repris, âgé de cinq ans, pesait 2 kilog.; c'était une femelle pleine d'œufs; elle a été prise dans la Veveyse, elle était suivie par une truite mâle. Un autre saumon de quatre ans, pesant 1400 grammes, a été pris dans le canal de desséchement de la plaine du Rhône.

Enfin, le 9 mars 1869, un jeune saumon a été pris au filet à Lutry; il pesait 440 grammes. Le 7 juin, à la tête du lac, on a pêché un autre petit saumon pesant 375 grammes. M. Chavannes considère ces deux derniers comme des *descendants* des premiers saumons remis au lac en 1857 et 1860, car les derniers ayant été relâchés en 1863, doivent forcément, après six ans d'âge, peser plus de 440 grammes. Il croit donc qu'on peut regarder aujourd'hui comme un fait prouvé que le saumon du Rhin est un poisson appartenant au Léman, qu'il s'y est naturalisé et qu'il s'y reproduit.

Ce qui précède est intéressant au point de vue de la

Digitized by Google

question de l'accroissement et de la reproduction du saumon, vivant constamment dans les eaux douces: question controversée, car bien des savants soutiennent encore aujourd'hui que ce poisson, s'il ne retourne pas à la mer, ne se développe pas et ne peut se reproduire. M. Chavannes déclare que son accroissement est plus rapide à la mer, mais rien de plus.

22

Du transport des poissons vivants.

On constate, suivant les espèces, une disproportion singulière quant à la faculté que possèdent les poissons de résister à l'asphyxie de l'air. Il est des espèces presque indifférentes au séjour hors de l'eau. Les anguilles poussent à un tel point le pouvoir amphibique, que l'on rencontre parfois ces poissons dans l'herbe, où ils y sont venus de leur propre mouvement. D'autres variétés meurent immédiatement en sortant de l'eau, comme les petites espèces de poissons blancs et de salmonidés.

Pour transporter les poissons, on a dû essayer depuis longtemps les boîtes, bateaux ou barques à claires-voies ou percés de trous, afin que l'eau pût s'y renouveler sans obstacle. C'est encore la méthode actuellement appliquée.

M. de la Blanchère, dont nous ne faisons qu'abréger ici un important travail sur ce sujet, divise les poissons d'eau douce en deux classes : les résistants et les non-résistants ou sensibles. Les premiers sont : la carpe et ses diverses variétés, le cyprin doré de la Chine, la tanche, l'anguille, la plie, le brochet, la perche, etc.; les non-résistants sont : tous les salmonidés de nos pays, depuis le saumon jusqu'à la féra, la plupart de nos cyprins blancs, le barbillon, etc.

Tous les poissons résistants vivent et voyagent plusieurs jours dans l'eau à peine renouvelée : aussi les pourvoyeurs d'étang n'y mettent-ils pas beaucoup de cérémonie. Des

Digitized by Google

tonneaux défoncés et mis sur bout sont rangés sur une charette; on calcule que l'on peut mettre environ 30 kilog. de poissons dans 200 litres d'eau, et quand on a jeté par-dessus quelques poignées d'herbes aquatiques coupées au plus prochain endroit, on marche des journées entières sans beaucoup plus s'occuper du chargement que s'il était composé de bûches ou de moellons. Le soir, c'est-à-dire au bout de 12 ou 15 heures de voyage, quelquefois au soleil, on se borne à changer l'eau, et en voilà pour jusqu'au lendemain!

C'est là le primitif moyen qui prévaut et s'emploie dans la plus grande partie de la France pour le transport du poisson vivant. Aussi a-t-on soin de diminuer les chances de mortalité provenant de l'échauffement de l'eau, en utilisant l'hiver pour faire ces charrois, pourvu que la gelée ne soit pas à craindre : dans ce cas les poissons mourraient infailliblement.

L'orage et les temps orageux sont particulièrement redoutables; aussi faut-il éviter les transports de printemps et ceux d'été.

Nous verrons tout à l'heure que, pour le transport des poissons sensibles, il sera nécessaire d'aérer l'eau.

Les poissons adultes peuvent résister à mille causes extérieures, auxquelles l'alevin succombe. Le premier a des écailles qui le garantissent des chocs, ou tout au moins une peau épaisse, résistante, glissante qui les amortit ou les évite. Au contraire, le tissu extérieur des jeunes poissons est incapable de résister au moindre frottement, et, même dans l'eau, il est exposé à mille causes de destruction.

Il est une précaution à prendre, surtout chez les salmonidés, c'est de ne pas écailler le poisson par brutalité; car tout poisson auquel il manque des écailles meurt infailliblement, par suite des byssus qui s'attachent à la plaie sous forme de barbe et des parasites qui accélèrent sa mort.

L'alevin destiné à être transporté ne doit donc jamais être pris à la main; il faut employer la pipette et l'aspirer le

Digitized by Google

plus délicatement possible. De plus, les petits poissons devront avoir au moins 3 ou 4 centimètres, car au-dessous de cette taille la perte est trop considérable pendant le transport.

Nous allons passer en revue les différents appareils qui depuis la découverte de la pisciculture ont été employés au transport des jeunes alevins.

En 1856, Jean Cyrille Noël, pêcheur de Remiremont, imagina un appareil pour transporter les poissons vivants, surtout les truites. Tout le monde sait combien cette espèce délicate perd vite de sa valeur après sa mort.

Noël pensa que l'eau des cascades, où se plaît la truite, était la meilleure, et il imagina un appareil qui pût agiter l'eau. C'était une boîte à deux compartiments communiquant par une cloison percée de trous. Dans l'un étaient conservées les truites, dans l'autre était installée une petite chaîne à godets passant sur deux poulies, dont l'une recevait un mouvement de rotation par une manivelle extérieure fixée sur le prolongement de son axe. L'eau était ainsi malaxée en quelque sorte dans l'appareil.

Au mois de juillet suivant, M. Millet présenta à la Société d'agriculture un soufflet, destiné, au moyen d'un tube de caoutchouc, à injecter de l'air au milieu de l'eau dans laquelle étaient confinés les poissons. Ceci était déjà meilleur, puisque la quantité d'air amenée en contact avec l'eau étant beaucoup plus considérable, pouvait être augmentée à volonté, et par conséquent toujours saturer le liquide.

On a modifié comme il suit l'idée précédente. Un vase de fer-blanc, fermé par un couvercle percé de trous, est placé dans un panier d'osier, et entouré de mousse humide, comprimée de manière à maintenir le plus longtemps possible une basse température à l'eau dans laquelle sont plongés les jeunes animaux. L'aération est produite de temps à autre par une pompe à main, que l'on plonge dans le vase, et dont le fonctionnement agite l'eau en y envoyant de l'air en quantité.

Digitized by Google

Cet appareil, très-convenable pour les petites quantités d'alevin, devenait tout à fait insuffisant quand le nombre des jeunes poissons était plus considérable. On construisit alors une sorte de tonneau de zinc, ouvert sur le côté, et dans lequel une pompe plus forte opérait de la même manière.

Des châssis spéciaux assuraient la stabilité de l'appareil au milieu des mouvements des véhicules.

Vers la même époque, en 1858, M. Vançon, pêcheur vosgien, comme Cyrille Noël, inventa une petite voiture destinée au transport de toute espèce de poissons : son but était de parvenir à réunir dans un seul endroit assez de truites éparses çà et là dans les ruisseaux de la montagne, pour en obtenir la fécondation artificielle d'un certain nombre d'œufs destinés à alimenter les établissements de pisciculture.

La rotation des roues de derrière la voiture met en mouvement, par deux petits excentriques, deux soufflets, qui lancent de l'air dans l'eau pendant la marche. A l'avant de la voiture se trouve un autre soufflet à main, que le conducteur fait fonctionner toutes les fois que la marche est suspendue. Les tuyères de ces soufflets pénètrent jusqu'au fond du compartiment où elles sont terminées par des pommes d'arrosoir, qui, en divisant la colonne d'air, évitent les soubresauts brusques du liquide.

M. Marion, horloger, prit aussi à cette époque un brevet d'invention pour une hotte à dos destinée à contenir des poissons. Le porteur de l'instrument faisait manœuvrer avec son coude, tout en cheminant, un petit soufflet, qui envoyait de l'air dans l'eau où les poissons étaient confinés.

Dès ce moment, et jusqu'à présent, le Jardin d'acclimatation, dont les besoins en poissons vivants pour son aquarium sont incessants, a dû chercher un système qui permît à l'eau de s'aérer elle-même sans exiger la présence d'un employé toujours attaché à l'envoi des animaux. Il y a réussi d'une manière assez heureuse par la disposition suivante.

Digitized by Google

L'appareil consiste en un récipient qui se compose d'une caisse à coins arrondis de forte tôle galvanisée, fermée par un couvercle hermétique, plat et contenant en son milieu une cavité oblongue, creusée par le battage au marteau, et percée d'une infinité de petits trous. Au-dessous de ce premier couvercle s'en trouve un second, séparé du premier par un intervalle suffisant pour loger la cavité convexe supérieure; le couvercle intérieur est fermé par une porte de toile métallique.

L'eau choquée contre les parois de la boîte par les cahots du voyage jaillit à travers la toile métallique, rencontre les trous du couvercle de la cavité extérieure et vient se concentrer dans cet endroit, d'où elle redescend par son poids, dans l'intérieur de l'appareil, pour rejaillir, ressortir et redescendre sans cesse, s'aérant ainsi automatiquement tant que le vase est en mouvement.

Le seul reproche à faire à cet appareil est le même que celui que l'on peut adresser au système Vançon, c'est que l'aération cesse dès que le mouvement s'arrête.

A l'époque de l'Exposition universelle de 1867, l'établissement de Huningue avait exposé un appareil inventé par M. Bienner, son directeur actuel. Cet appareil est simple et d'une manœuvre facile. C'est un vase dont la forme est calculée pour que l'eau jaillisse au dehors le moins possible, rejetée en dedans par des épaulements particuliers. Ce vase est garni d'une poire de caoutchouc, munie d'un tube de même matière se rendant au fond de la boîte, où il se termine au-dessous d'une sorte de double fond percé de trous. Il suffit de fermer avec le doigt l'ouverture de la poire, et de la presser en ouvrant le robinet, pour que l'air s'échappe par les trous du double fond et sature l'eau immédiatement.

L'appareil étant placé dans un train de chemin de fer, un peu de complaisance de l'un des hommes des bagages suffit pour faire passer de temps en temps un peu d'air dans le récipient, et amener les poissons en bonne santé à des distances considérables et sans frais.

Digitized by Google

M. Jules Cloquet a, dans ces derniers temps, repris l'invention de Millet, qu'il ne connaissait pas, pour l'appliquer à son aquarium. Son soufflet porte, comme le premier, un tube de caoutchouc; mais M. Cloquet termine le soufflet par un tube de plomb qui entraîne l'appareil au fond de l'aquarium, et il ferme ce tube de plomb par un morceau d'étoffe de gaze.

M. Milne-Edwards fils a inventé un appareil très-original pour aérer, sans fatigue et sans soin, un magnifique aquarium qu'il possède. Cette machine, qui est une modification du sablier antique, peut être placée dans un grenier, dans une dépendance quelconque de l'appartement; elle fonctionne en envoyant l'air dans l'eau automatiquement. Deux vases sont suspendus dans un bâti léger et communiquent par un tube. Le vase supérieur est plein d'eau, l'inférieur est plein d'air; l'eau descend dans celui-ci et chasse devant elle l'air qui se rend dans l'aquarium et en sature le liquide.

Une fois le vase supérieur vide, ce qui est fort long parce que sa capacité est grande et son orifice d'écoulement petit, il suffit de faire basculer l'appareil, d'ouvrir un robinet et de fermer l'autre pour que l'ensemble recommence à fonctionner. Un petit flacon, placé sur le côté droit, sert d'épurateur et en même temps de régulateur au débit de l'air se rendant à l'aquarium. Un robinet supérieur sert à l'admission de l'air dans le vase à écoulement; il est fermé quand la capacité pleine d'air est en bas.

L'appareil suivant est encore une ingénieuse machine soufflante due au même inventeur : elle est tout à fait semblable à la trompe soufflante des forges catalanes établies dans les Pyrénées. Un robinet verse de l'eau dans un tube portant à la partie supérieure un trou d'admission de l'air. Ce tube descend dans une bouteille à trois tubulures, dont deux supérieures et une inférieure. A la tubulure inférieure est adapté un autre tube, qui remonte extérieurement vers la partie supérieure de la bouteille, comme dans le récipient florentin. En réglant convenablement le débit de l'eau,

Digitized by Google

celle-ci entraîne de l'air avec elle et vient le condenser dans la bouteille à tubulure d'où il s'échappe par la tubulure latérale supérieure, tandis que sous la pression produite l'eau est refoulée dans la tubulure inférieure, remonte dans le tube qui y est adapté et s'écoule.

D'autres sources d'oxygène peuvent être trouvées ailleurs que dans l'atmosphère. Dans les mares d'eau dormante où l'air ne circule point et ne se renouvelle pas, l'oxygène ne manque cependant jamais. C'est que les plantes aquatiques vivantes leur fournissent cet oxygène. M. Chatin a constaté que plus les plantes appartiennent à des organismes inférieurs, plus leur pouvoir oxygénant est considérable. Il conclut de là qu'on fera toujours bien d'introduire dans les aquariums une végétation aussi abondante que possible. Quand cette précaution est suffisamment remplie, toute autre paraît inutile.

M. Jules Cloquet a vu les mousses aquatiques dégager surtout de l'oxygène pendant le jour : il a vu ce gaz se dégager de la plante sous forme de bulles très-petites, mais bien apparentes, et en argentant sa surface, comme un réseau brillant. Ces mousses sont d'autant meilleures à introduire dans les eaux confinées et habitées, que, pendant la nuit, elles changent de rôle, en décomposant l'acide carbonique, produit de la respiration animale. Le célèbre docteur pense que, plus que les phanérogames, les cryptogames ont un pouvoir vivificateur de l'eau par leur plus abondant dégagement d'oxygène.

Dans les aquariums marins du Jardin d'acclimatation, M. A. Geoffroy Saint-Hilaire a constaté que les conferves produisent un dégagement d'oxygène énorme et constant. Ces plantes vivent dans l'obscurité, au fond des cavités que la lumière n'atteint pas. Là elles élaborent sans relâche le gaz vital qu'elles fournissent aux poissons.

Digitized by Google

23

Éducation de vers à soie en plein air.

Dans une lettre adressée au président de la Société impériale d'acclimatation, M. le docteur Jeannel fait le résumé suivant des éducations de vers à soie en plein air, que M. Gintrac, directeur de l'École de médecine de Bordeaux, a entrepris depuis quatre ans, sur une échelle de plus en plus étendue.

En 1869, M. Gintrac a fait éclore quatre onces de graines (soit environ 160 000 vers) de provenances diverses. La moitié environ sont les descendants de 12 vers (réduits à 7 par la pébrine) que M. Jeannel avait élevés en 1864. Les autres provenaient soit de M. Genouillac du département de Tarn-et-Garonne, soit de M. Pasteur, soit de M. Guérin-Méneville.

Les mûriers qui ont fourni les feuilles sont plantés dans un terrain maigre et graveleux, près d'un coteau, au village d'Arlac, à 4 kilomètres de Bordeaux.

L'éclosion a eu lieu vers la fin d'avril. Les jeunes vers ont passé une dizaine de jours à Bordeaux, dans des chambres dont les fenêtres sont toujours restées ouvertes, puis huit jours dans une vaste serre à Arlac. Ils avaient donc environ dix-huit jours lorsqu'ils ont été mis en plein air. Alors quelques-uns étaient déjà morts vers la seconde mue.

L'installation en plein air se compose de 5 rangs de doubles étagères, placée au milieu d'une prairie. Ces étagères ont 50 centimètres de large; elles sont formées de montants supportant un treillis serré en bois blanc. Au-dessus de chaque étagère, à la hauteur de 2 mètres, règne un abri de voliges de la même largeur qu'elle; cet abri, qui a pour but de protéger les vers contre la grêle, ne les garantit que très-imparfaitement contre la pluie. Les passages entre chaque étagère, dont la largeur est de 60 à 80 centimètres,

Digitized by Google

sont couverts par de simples filets à mailles de 4 centimètres qui empêchent les déprédations des oiseaux. Enfin les parois extérieures sont formées par de la serpillière qui ne descend pas jusqu'au niveau du sol et laisse en bas un espace entièrement libre de 40 centimètres de hauteur. En résumé, c'est comme une tente rectangulaire de toile grossière de 5 à 6 mètres de large et de 2 mètres de hauteur sur 35 à 40 mètres de longueur, dont les parois de tissu clair ne descendent pas jusqu'au sol, et dont le plafond est alternativement de voliges au-dessus des étagères et de filets au-dessus des passages.

Cette année, la mortalité qui s'était déjà déclarée lorsque les vers étaient encore à l'abri dans la serre, s'est arrêtée brusquement dès qu'ils ont été exposés en plein air; la montée a été régulière, le coconnage parfait.

Les intempéries les plus variées n'entravent en aucune façon le développement vigoureux des vers. Quand la température s'abaisse au-dessous de 12 degrés environ, ils restent patiemment dans une immobilité complète; pendant la pluie ils se cachent sous les feuilles, fêtant le moindre rayon de soleil par un redoublement d'appétit.

M. Jeannel conclut de cela que le problème de la régénération de notre industrie séricicole est pratiquement résolu.

24

La croissance du tronc des arbres.

Des observations multipliées du docteur Musset, de Toulouse, il résulte :

1° Que tous les arbres dicotylédonés ont le tronc sensiblement aplati du nord au sud, et renflé de l'est à l'ouest;

2° Que ce phénomène reconnaît pour cause probable la rotation de la terre.

Sur ce dernier point, M. Bianchi, qui s'est occupé des

Digitized by Google

mêmes travaux, diffère essentiellement d'opinion avec M. le docteur Musset. Voici ses raisons :

D'abord la déformation qu'affectent nos arbres en général, tels que M. Bianchi les a attentivement examinés, consiste surtout en un renflement vers l'est-sud-est. Si l'auteur est dans le vrai pour la cause qu'il faut assigner à ce renflement de nos arbres, l'aplatissement qui a lieu dans le sens nord et sud n'en sera que la conséquence naturelle. Quant à la partie ouest, elle a paru être restée sensiblement dans la forme normale de l'arbre, et n'avoir pas participé aux déformations des autres parties de la circonférence.

Les mesures de M. Bianchi ont été prises à l'aide d'un compas d'épaisseur à arc de cercle divisé et armé d'une boussole, afin d'arriver à une bonne orientation de ces mesures.

Cela dit, venons à la cause elle-même de cette déformation de nos arbres. Elle réside, selon le contradicteur du docteur Musset, dans l'action calorifique des rayons solaires, qui agissent inégalement sur la marche de la séve dans les arbres durant les premières heures de la matinée. En effet, le soleil frappe tous les matins, d'abord la partie de la surface de nos arbres qui est vers l'est, puis successivement d'autres points de leur circonférence, en déclinant vers le sud, pour notre hémisphère. Durant les deux, trois ou quatre premières heures de la matinée, leur action calorifique s'exerçant très-inégalement sur la surface, doit agir très-inégalement aussi sur la circulation de la séve, dont la marche est ralentie par la fraîcheur des nuits. Des sucs nourriciers doivent passer dans cette partie de l'arbre en plus grande abondance durant ces premières heures de la matinée et avant que l'équilibre de température soit plus complétement rétabli dans toute la masse, ce qui ne doit avoir lieu que plus avant dans la journée.

Si les sucs nourriciers passent en plus grande abondance dans une partie de l'arbre, on conçoit parfaitement qu'ils déterminent sur cette partie un plus grand développement

Digitized by Google

et que telle serait la véritable cause du renflement remarqué.

Le phénomène est au reste très-facile à constater, on l'aperçoit même à la simple vue sur des arbres d'un certain âge, bien développés, plus particulièrement sur le platane, le peuplier, les arbres dans lesquels la circulation de la séve est très-abondante, et dont l'écorce n'est pas dure (ceux-là révèlent la déformation d'une façon plus marquée), et encore mieux chez ceux de ces arbres qui sont exposés en plein soleil, hors de tout abri.

M. Bianchi fait remarquer aussi que l'orientation est-sud-est du renflement est une présomption de plus en faveur de la cause qu'il lui assigne ; elle correspond précisément aux deux, trois, quatre premières heures de la journée, pendant lesquelles la circulation de la séve est également activée dans l'arbre.

25

Le *Chamærops excelsa*.

C'est en 1849 que l'infatigable explorateur anglais, de la Chine, M. Robert Fortune, envoya les premiers échantillons vivants de *Chamærops excelsa* aux jardins royaux de Kew et d'Osborne. Il observa cette plante dans l'île de Chusan et dans la province de Ché-Kiang, et voici les détails qu'il donne sur elle :

Une fibre très-forte est extraite des bractées d'un palmier que l'on cultive sur les pentes des collines dans l'île de Chusan, de même que sur celles de toute la province de Ché-Kiang. Ces fibres se prêtent on ne peut mieux aux divers usages auxquels on les applique. Les paysans du Nord les emploient à se fabriquer ce qu'ils appellent des *so-e*, c'est-à-dire des *manteaux de feuilles*, et des chapeaux à larges bords, deux objets dont ils se revêtent en temps de pluie. Cet accoutrement leur donne un air un peu grotesque, mais il les met parfaitement à l'abri de l'humidité et du froid.

Digitized by Google

— Dans le midi de la Chine, les *so-e* se confectionnent avec des feuilles de bambou et autres graminées à larges feuilles.

Un palmier, le seul de sa famille qui, indigène ou non, soit cultivé ici, et qui paraît être un *Chamærops*, abonde sur les montagnes et les collines du pays de Ché-Kiang, où il vient admirablement bien. C'est un arbre précieux pour les Chinois du Nord, qui savent tirer habilement parti de l'épais réseau de fibres brunes qui se développe sur sa tige au voisinage des feuilles. Ils en font des cordes et des câbles pour leurs jonques, et ses cordes durent fort longtemps, même lorsqu'elles sont sous l'eau.... Les paysans en confectionnent des chapeaux et des surtouts, fort commodes en temps de pluie ; on en fait encore des sommiers et des matelas dont se servent toutes les classes de la société, sans compter beaucoup d'autres services qu'on en retire et qu'il serait trop long d'énumérer.

Les palmiers envoyés par M. Fortune furent mis en terre à Kew, en 1849, et passèrent le rude hiver qui suivit sans souffrir; le même fait fut observé dans deux autres localités d'Angleterre. D'après M. Robert Fortune, les régions les plus favorables à la culture du palmier de Chusan sont celles où l'on cultive l'olivier et la vigne.

Il semble ressortir de l'étude des conditions climatériques des contrées où croît le *Chamærops excelsa* (Japon, Chine septentrionale, Chine centrale) que l'acclimatation de ce végétal pourra être utilement tentée dans toutes les localités où la température de l'hiver ne descend pas au-dessous de — 12 degrés ou — 13 degrés centigrades, et où l'été sera très-chaud.

C'est de 1830 que date, par les soins de M. de Siebold, l'introduction en Europe de graines de *Chamœrops excelsa;* ces graines ne produisirent qu'un petit nombre de semis qui, cultivés en serre, produisirent des arbres de 20 à 30 pieds, en 1856.

En 1849, dans l'île de Wight, on a cultivé en pleine terre un sujet qui a fleuri quatre fois de suite (fleurs mâles) et dont la hauteur totale atteignit $2^{m},74$.

Digitized by Google

Des graines de Chamærops envoyées de Chine par notre consul français, M. de Montigny, en 1851, furent distribuées aux sociétés horticoles et aux établissements scientifiques. A Alger, le directeur du Jardin d'acclimatation, qui avait obtenu trois cents plants d'une hauteur de $1^{m},20$ environ, en forma une belle allée dont l'effet décoratif promet d'être aussi beau que celui des lataniers et des dattiers.

Depuis 1864, le Chamærops fut cultivé avec succès en plein air. En 1867, la *Revue horticole* signala sa floraison sur des sujets cultivés à l'air libre, à Cherbourg, à Aix et à Antibes. La même année, un pied femelle fleurissait à Montpellier, dans le jardin de M. Deshurs-Farel, et un pied mâle dans une propriété du Gard. M. le professeur Planchon fit venir quelques régimes de fleurs mâles avec lesquelles il féconda les fleurs du pied femelle de Montpellier, qui, peu de temps après, se couvrit de graines. La deuxième floraison du *Chamærops excelsa* de Montpellier eut lieu en 1868, et l'on obtint une abondante fructification par la fécondation artificielle; le sujet de M. Deshurs-Farel n'a pas produit moins de 20 000 graines.

Plusieurs faits singuliers ont été remarqués. MM. Hulier frères possèdent, à Hyères, un *Chamærops excelsa* qui porte sur l'un des côtés de son stipe (au nord) des grappes sèches de fleurs mâles, tandis que du côté du midi sont trois grappes portant des fruits bien conformés. C'est jusqu'à présent l'exemple unique de fleurs mâles et femelles sur un même pied.

Une autre particularité curieuse, c'est que les Chamærops, contrairement à ce qu'on croit généralement, repoussent le bourgeon central, le *cœur*, comme disent les jardiniers, après qu'il a été détruit.

Digitized by Google

26

La coca.

La coca, dont le nom paraît dériver du mot « *khoka*, » qui signifie plante par excellence, et qui est appelée *Erythroxylon coca* par les botanistes, est un arbuste qui atteint, suivant les localités, de deux à huit pieds de hauteur. Elle est cultivée sur les étages inférieurs et tempérés du versant oriental des Andes, et surtout dans la Bolivie et le Pérou, depuis le 17e degré de latitude sud jusqu'au 11e ou au 1e, vers le 68e de longitude ouest du méridien de Paris, à une altitude de 650 à 1600 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les gelées lui sont mortelles, et une chaleur trop faible, celle même de 20° centigrades, lui fait perdre une partie de ses qualités. Il lui faut un certain degré d'humidité, qu'on lui donne, à défaut des pluies, au moyen d'arrosages. Mais l'eau stagnante ferait pourrir les racines de l'arbrisseau. Sa racine est rameuse et se dirige obliquement dans le sol; le tronc est vigoureux et recouvert d'une écorce blanchâtre, rude au toucher. Les branches sont tendres et armées d'épines; les feuilles elliptiques, au pétiole très-court, alternes, entières, glabres des deux côtés, avec trois nervures, dont deux, les latérales, sont peu apparentes; les fleurs, fixées par un pédoncule court et mince, sont éparses, solitaires ou en bouquets de deux à quatre, de couleur jaune clair. Le fruit est une drupe ovale, hexagone, avec une seule loge, contenant une noix oblongue; elle fleurit dans les mois de mai et de juin.

Les terrains siliceux, non calcaires, très-meubles, sont les plus propres à la culture de la coca.

On la sème de préférence aux mois de décembre et de janvier, époque des pluies abondantes, très-favorables à la germination de la graine.

Digitized by Google

La culture de cette plante est très-productive quand le cultivateur est soigneux et le terrain propice. On estime qu'une plantation de coca, qui exige une dépense de 125 000 fr. de frais d'établissement, donne un revenu de 8500 fr., et peut durer de trente à quarante ans, si on lui donne des soins suffisants.

Ce n'est ni pour sa fleur ni pour son fruit qu'on la cultive, mais pour ses feuilles, qu'on récolte aussitôt qu'elles ont atteint leur entier développement. A ce moment elles se détachent presque seules, et on les cueille une à une, pour ainsi dire, de façon à préserver le bourgeon, qui est l'espoir de la récolte suivante.

La feuille, ainsi récoltée, est séchée à un soleil modéré, dans des cours couvertes, avec les plus grandes précautions et suivant des manœuvres que l'expérience a fixées et dont le défaut d'observation peut compromettre la récolte entière.

La coca constitue l'une des principales branches du commerce intérieur de la Bolivie et du Pérou. Le gouvernement bolivien prélève, sur cette denrée, un impôt annuel d'un à deux millions, tandis que les droits perçus sur les quinquinas atteignent à peine 800 000 fr.

Quelles qualités possède donc la coca pour avoir donné lieu à une industrie agricole aussi étendue, à un commerce si important?

Un mémoire publié par M. Bain, pharmacien à Paris, va nous permettre de répondre à ces questions.

La coca, nous dit M. Bain, était pour les Incas la représentation animée de la divinité; les champs qui la produisaient étaient vénérés à l'égal des sanctuaires, et on ne pouvait glorifier l'empire et la puissance du soleil sans entourer les victimes offertes en sacrifices de la fumée sacrée de la coca. Elle était le bon génie du foyer et préservait la maison où on la conservait de tout crime et de tout accident. Les faveurs de la fortune, les triomphes de l'amour ne pouvaient s'obtenir que par la coca, élément principal

Digitized by Google

du *carimunachi* (sacrifice). Au commencement de l'empire, elle était uniquement réservée à l'usage des Incas, dont l'origine remontait directement à Dieu. Ils en avaient fait leur panacée universelle comme étant de source divine, et, quand elle échouait, ce qui devait arriver quelquefois, il n'y avait plus qu'à s'incliner, Dieu le voulait ainsi!

Les conquérants du Pérou et de la Bolivie, frappés des effets attribués à cette plante, entrevirent au milieu des légendes dont les Indiens l'entouraient, tous les avantages qu'elle possède, et le parti qu'on en pouvait tirer dans un pays où tout était à faire, où la nature du sol offre des obstacles insurmontables, où la bête de somme doit être remplacée dans beaucoup de services par l'homme, où l'homme enfin est d'une sobriété remarquable, et capable, malgré cela, de supporter les travaux les plus durs quand il est suffisamment approvisionné de coca.

Après avoir tour à tour nié et exalté les propriétés de cette plante, surtout celle qui consiste à entretenir les forces de l'homme, en lui permettant de se passer d'aliments pendant plusieurs jours, certains Pères de l'Église, entre autres le P. Martin del Rio, tonnèrent contre l'usage qu'on en faisait, déclarant que la coca était sans vertus et sans action, un rêve digne tout au plus de la crédulité d'un peuple superstitieux.

Malgré tout, la tradition continuait; une sorte d'expérimentation régulière se faisait. Enfin le temps, qui a dissipé tant de nuages obscurs et mis en évidence de si grandes vérités, a démontré que si l'on peut administrer le quinquina sans manquer au ciel, on pouvait aussi profiter des propriétés extraordinaires de la coca sans faire alliance avec le diable.

La lumière se fit, la science prit dans ses mains la coca, l'expérimentation commença et se continue encore. Cette plante remarquable a acquis dans l'Amérique du Sud une célébrité thérapeutique et une renommée populaire presque égale à celle que possède le quinquina.

Selon le docteur Gosse, de Genève, les docteurs Monte-

Digitized by Google

gazza, Unanué, Tschudy, et M. Martius, selon Linné, Boerhaove, le docteur Schwalk, le docteur Demarle, le docteur Reis, etc., la coca est une substance qui possède de précieuses qualités. Elle exerce sur le système nerveux une action stimulante, favorisant la vie sans porter aucun trouble dans les fonctions vitales; elle active la fonction des artères, précipite les pulsations du pouls, accélère les battements du cœur et accroît la chaleur vitale, ce qui permet à ceux qui en font usage de braver les froids les plus rigoureux.

Les Indiens se servent de la coca comme stimulant, surtout pour apaiser la faim et éloigner le sommeil pendant un certain temps. L'infusion de cette plante développe une sensation de chaleur et de plénitude dans la bouche et l'estomac, ce qui diminue la faim. Prise en petite quantité, elle excite l'esprit, de manière à faire oublier les soucis.

Le docteur Tschudy, étant au Pérou, constata que cette feuille permet de se passer longtemps d'aliments sans aucune déperdition de force. Un homme à son service put se livrer pendant cinq jours à un travail très-dur, sans aucune nourriture; mais, toutes les deux ou trois heures, il prenait 14 grammes de feuilles de coca, qu'il mâchait constamment jusqu'à ce qu'il renouvelât la dose. Le docteur l'observa pendant tout le temps. Le travail terminé, il se fit accompagner pendant deux jours par cet homme, dans un voyage à travers les montagnes. Il suivait à pied le pas de la mule, ne s'arrêtant que pour préparer sa chique. Arrivé au but du voyage, il affirmait au docteur qu'il était prêt à recommencer le même travail, sans manger, pourvu qu'on lui donnât une suffisante quantité de coca.

Le docteur Unanué cite des faits analogues, et en particulier celui d'un individu qui, faisant l'office de courrier entre Chuquisaca et la Paz, n'emportait, dans ce voyage de plus de cent lieues, que de la coca et deux livres de maïs torréfié.

Selon Linné, la coca possède l'arome pénétrant des végétaux stimulants, les propriétés astrictives et fortifiantes

Digitized by Google

des astringents, les qualités antispasmodiques des amers, et le mucilage nutritif des analeptiques ou des plantes alimentaires.

D'après le professeur Mantegazza, qui a expérimenté la coca sur un grand nombre de malades et sur lui-même, cette substance est excellente pour combattre les troubles nerveux lorsqu'ils dépendent d'un état général de faiblesse ou d'atonie, les irritations simples de la moelle épinière, les convulsions idiopathiques, les grandes prostrations nerveuses dans l'hypocondrie et le spleen.

Le docteur Unanué conseille la coca pour faciliter les digestions; elle triomphe des névroses stomacales et hâte la convalescence.

Selon Boerhaave, la salive chargée de toutes les particules amères et mucilagineuses de la coca porte à l'estomac, outre la confortation vitale, une véritable nourriture qui, digérée et convertie en un chyle abondant et nutritif, s'introduit dans le torrent circulatoire et se métamorphose en la substance de l'homme.

Le docteur Schwalk, célèbre naturaliste prussien, rapporte un cas de guérison très-prompte de pneumonie par l'usage de la coca.

Le docteur Demarle l'a vue réussir contre les fièvres intermittentes quotidiennes, le miasme paludéen.

Le docteur Gosse cite une guérison de douleurs d'estomac, troubles digestifs, due à l'usage exclusif de la coca.

M. le docteur Reis, de Paris, a voulu étudier sur lui-même les effets de cette substance, et voici le résultat de ses observations :

« J'employai, dit M. le docteur Reis, la poudre de préférence à toute autre préparation, à la dose de 2, 3 et 4 gr., enveloppée dans un pain azyme d'abord, puis en mastication sans addition de chaux, et toujours les résultats observés furent les mêmes, à l'intensité près, selon la dose ingérée.

L'estomac, chez moi, ne s'est pas montré, plus que le cœur, sensible à l'action de la coca; ni plus ni moins d'appétit lorsque arrivait l'heure du déjeuner. Transpiration cutanée plutôt

Digitized by Google

diminuée qu'augmentée; influence aphrodisiaque insignifiante en ce qui me concerne personnellement; mais incontestable, si j'en crois l'expérience d'un artiste dramatique bien connu, qui, malgré son âge avancé, doit à l'usage de la coca la conservation d'une virilité satisfaisante. Cette propriété est d'ailleurs attestée très-positivement et très-sciemment par M. Rochn.

Finesse plus grande du sens de l'ouïe, très-légers nuages au devant des yeux; mais stimulation notable des systèmes nerveux et musculaire: voilà surtout ce qu'il nous est permis d'affirmer, malgré les doses modérées que nous n'avons pas dépassées. La moindre dose augmente sensiblement les facultés morales et intellectuelles, rend l'élocution vive et facile, inspire la résolution, le courage et la persévérance dans les actes et dans la volonté. C'est, enfin, un stimulant énergique de l'action musculaire.

C'est à ce titre uniquement que je l'ai quelquefois administrée sous forme d'élixir (formule de M. J. Bain) dans quelques maladies chroniques, chez trois ou quatre phthisiques en défaillance, chez des vieillards et dans certaines convalescences, avec la seule prétention de soutenir et de ranimer les forces. La fièvre typhoïde à forme adynamique est certainement une des maladies où l'on trouvera le plus souvent une indication favorable à l'emploi de ces préparations, de l'élixir notamment convenablement étendu. Nous en dirons autant de l'affaiblissement, suites de pertes séminales, d'hémorrhagie et de diarrhée chroniques.

Reste maintenant à l'expérimenter à hautes doses, avec espoir de bons résultats, selon moi, dans quelques cas de trouble ou de dépression considérable des systèmes nerveux et musculaire, tels que le choléra, l'atonie locomotrice, la chorée, le tétanos, l'albuminerie, le diabète et même l'hydrophobie. Déjà, dans un cas de choléra indien grave, arrivé à la période algide la plus avancée, j'ai obtenu, à l'aide de l'élixir de coca, un résultat inespéré, une guérison franche et rapide.

En résumé, il y a deux modes d'emploi de la coca bien distincts, que j'appellerai, l'un physiologique, en ce sens qu'il se borne à stimuler dans leurs limites normales les fonctions intellectuelles et locomotrices; l'autre thérapeutique, applicable à certains états morbides dans lesquels il y aurait indication de surexciter énergiquement et rapidement les systèmes musculaire et nerveux. »

M. Niemann est parvenu à isoler le principe actif de la

Digitized by Google

coca, qui est un alcaloïde de nature spéciale, désigné par ce savant sous le nom de *cocaïne*, à laquelle il a reconnu la formule suivante : $C^{32}H^{40}Az^{2}O^{8}$.

La *cocaïne* a une réaction fortement alcaline ; elle est fusible à 90°. Par une chaleur plus élevée, elle se colore en rouge et se volatilise en partie en répandant une odeur ammoniacale. Elle est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'éther et dans l'alcool, surtout bouillant. Elle est amorphe, et ses sels cristallisent mal. Elle n'agit pas sur la pupille, mais frappe d'engourdissement, presque d'insensibilité, la partie de la langue sur laquelle on la dépose.

Si la *cocaïne* pure n'agit pas sur la pupille, c'est qu'elle n'est pas l'unique principe que contient la plante, puisque l'une des actions vérifiées de la coca est la dilatation.

Depuis plusieurs années, M. Bain, pharmacien de Paris, a mis à la disposition des médecins des préparations à la coca qui ont servi à l'expérimentation du docteur Reis. Ce sont : l'élixir de coca, le vin de coca, l'eau spiritueuse de coca, etc.

Digitized by Google

HYGIÈNE PUBLIQUE.

1

Suppression de la mesure qui exige le transport des nouveau-nés dans les mairies pour la constatation des naissances.

Nous avons consacré un long article dans le dernier volume de ce recueil à la question des dangers auxquels donne lieu le transport des nouveau-nés dans les mairies. Nous sommes heureux de pouvoir ajouter qu'une ordonnance de la préfecture de la Seine, du mois de janvier 1869, a autorisé les parents à faire constater à l'avenir les naissances à domicile. C'est là une conquête de l'hygiène publique que nous inscrivons avec bonheur au début de ce chapitre.

2

Décroissance de la population française et diminution de la population dans les pays agricoles. — Augmentation du nombre des enfants naturels à Paris. — Élévation du chiffre de la vie moyenne.

On ne lit pas assez l'*Annuaire du bureau des longitudes*. Ce recueil, rédigé par nos sommités scientifiques, et enrichi de documents empruntés aux sources officielles, renferme souvent, en ce qui concerne particulièrement les relevés statistiques, de précieuses indications. Les chiffres et calculs concernant l'augmentation ou la diminution du

Digitized by Google

nombre des naissances et des décès, dans les différents centres de notre pays, sont l'objet, dans ce recueil, d'une attention toute particulière, et présentent à l'observateur, au philosophe, au moraliste les résultats d'une immense série d'observations.

L'*Annuaire du bureau des longitudes pour* 1869 révèle des résultats statistiques assez tristes sans doute, mais qui, par cela même, doivent être portés à la connaissance du public. Ils mettent en évidence une décroissance manifeste de la population française.

Déjà, l'année dernière, l'*Annuaire du bureau des longitudes* avait montré cette décroissance dans douze départements; la diminution s'est étendue, en 1868, à trente et un départements.

C'est dans les campagnes que l'on a constaté cet abaissement du chiffre de la population, tandis que ce nombre a augmenté dans les centres industriels. Il y a longtemps qu'on a signalé ce regrettable abandon des campagnes, qui fait le vide dans les ateliers des champs, pour aller grossir, outre mesure, les chantiers des grandes villes. Jusqu'ici pourtant les chiffres précis n'avaient pas été donnés, et malheureusement les relevés contenus dans l'*Annuaire du bureau des longitudes pour* 1869 ne peuvent plus laisser aucun doute. Il serait fastidieux de présenter les chiffres et calculs sur lesquels s'appuient ces conclusions. Nous renvoyons au recueil original pour la justification de ce fait, qui n'est que trop manifeste, de la diminution de la population dans trente et un départements de la France.

Un autre relevé statistique qui n'est pas sans intérêt concerne le nombre des enfants naturels à Paris. Plus d'un tiers, presque la moitié des enfants nouveau-nés inscrits en 1868 sur les registres de l'état civil de la capitale, appartenaient à la catégorie des enfants illégitimes. Ce résultat est attristant; car si l'on considère le chiffre des enfants naturels dans les principaux départements de la France, on trouve qu'au lieu d'être de près de la moitié, comme à Paris, il n'est guère que du sixième ou du septième pour

Digitized by Google

les départements plus particulièrement voués aux travaux industriels, et du quinzième ou du vingtième à peine dans les pays agricoles.

L'émigration des campagnes vers les centres industriels, et la notable augmentation des naissances illégitimes dans ces mêmes centres industriels, tels sont donc les deux résultats que la statistique a mis en évidence pour l'année 1868, et nous n'avons pas besoin de faire remarquer combien, au point de vue moral, cette coïncidence est logique et fatale.

Les mêmes tables statistiques nous montrent qu'à Paris et dans les grandes villes de France la vie est plus courte que dans les campagnes, c'est-à-dire qu'il y a relativement plus de décès et de naissances à Paris que dans la France entière.

Constatons toutefois, au milieu de ces résultats affligeants, un progrès sensible dans le chiffre de la durée moyenne de la vie en France. Le progrès est très-consolant sous ce rapport. La durée de la vie moyenne, qui n'était, en France, que de trente-deux ans vers 1824, s'était élevée à trente-cinq ans vers 1840. Aujourd'hui, la durée de la vie moyenne est de près de quarante ans. Cette augmentation doit être rapportée à une plus grande aisance générale, à une meilleure alimentation, à la diffusion des préceptes hygiéniques et des soins personnels.

La grande mortalité des enfants en bas âge rend, il est vrai, assez difficile l'intelligence de ce terme : *durée de la vie moyenne*. Aussi, quand on veut présenter quelques chiffres exacts, faut-il dépasser l'enfance et ne s'attacher à l'évaluation de la vie moyenne qu'à partir de l'âge de 20 ans, par exemple. On peut alors se rendre assez aisément compte de la probabilité de la vie pour les âges postérieurs. L'*Annuaire du bureau des longitudes* arrive, à cet égard, aux conclusions suivantes, qu'il est facile de retenir.

Pour une personne de 20 ans, la durée de la vie moyenne, c'est-à-dire le nombre d'années probables qui lui restent à parcourir, est de 44 ans. A l'âge de 30 ans, on

Digitized by Google

a toujours, suivant les probabilités et les moyennes, 37 ans à vivre. A l'âge de 40 ans, on a 29 ans d'existence probable; à 50 ans, on a 21 ans devant soi; à 60 ans, on ne peut plus compter que sur 14 ans d'existence, et sur 8 quand on a atteint l'âge de 70 ans. A 80 ans, on ne peut plus espérer que 4 années d'existence, et, à l'âge de 90 ans, 1 an 1/2 seulement. Enfin, à 95 ans, on est tout à fait hors du cadre : la vie probable est zéro.

Ce ne sont là toutefois que jeux de statistique et résultats moyens, s'il en fut jamais. Nous connaissons plusieurs vieillards parfaitement solides et qui se rient de la condamnation formulée à leur égard par la statistique. Aux termes de cette science, ils n'auraient plus le droit de figurer au nombre des vivants, ce qui ne les empêche pas d'avoir bon estomac et jambes alertes.

Outre les résultats concernant les chiffres de la population, le nombre des décès, etc., l'*Annuaire du bureau des longitudes* publie, comme à l'ordinaire, une longue série de documents et de chiffres à l'usage des savants, le tableau des phénomènes astronomiques de l'année, l'indication des marées, l'altitude et la situation géographique des principaux lieux du globe, etc. Mais une des annexes les plus importantes de ce recueil consiste dans les notices scientifiques qui l'accompagnent. On sait le degré de popularité auquel étaient parvenues les notices scientifiques que François Arago faisait paraître dans l'*Annuaire du bureau des longitudes*. M. Delaunay, suivant en cela la glorieuse tradition d'Arago, a enrichi, en 1869, le même recueil d'une notice populaire sur la *constitution de l'univers*, digne d'être lue et méditée par tous ceux qui veulent s'initier aux connaissances générales de l'astronomie physique.

Digitized by Google

3

Études sur la population parisienne.

M. Lagneau a lu à l'Académie de médecine un remarquable rapport sur la population de Paris, qui peut se résumer comme il suit :

L'étude des mouvements migratoires, de la natalité et de la mortalité de la population agglomérée parisienne, comparée à la population de France, permet de reconnaître entre elles de notables différences.

La population du département de la Seine présente un accroissement proportionnel neuf fois plus considérable que celui de la France.

Cet accroissement de l'agglomération parisienne résulte, non pas de l'excédant des naissances sur les décès, mais uniquement de l'excédant de l'immigration sur l'émigration.

La population du département de la Seine envoie environ le tiers de ses nouveau-nés en nourrice dans les autres départements, et de ces enfants envoyés en nourrice il ne paraît guère en revenir qu'un tiers dans le département de la Seine.

A partir de la période de dix à quinze ans pour les garçons, de celle de quinze à vingt ans pour les filles, commence une immigration vers Paris, qui semble atteindre son maximum à la période de vingt-cinq à trente ans. Cette immigration est si considérable, que la population du département de la Seine se trouve composée de deux tiers de Français nés dans les autres départements et d'étrangers, pour un peu plus d'un tiers seulement de natifs.

Par suite de l'émigration des nouveau-nés, et de l'immigration considérable de jeunes gens et d'adultes, la population du département de la Seine diffère de la population totale de la France par une moindre proportion de mariés,

Digitized by Google

et une plus grande proportion de célibataires et de veufs; enfin par un excédant des hommes adultes sur les femmes adultes.

A cette immigration constante d'individus généralement intelligents, capables de prendre part au mouvement scientifique, artistique, commercial et industriel, dont Paris est le principal centre, semble pouvoir être attribué l'accroissement de la capacité crânienne ainsi que le développement frontal des Parisiens actuels comparés par M. Broca à ceux du dix-septième siècle.

A l'excédant des hommes immigrés sur les femmes immigrées, à la proportion des célibataires et des veufs, et à l'époque plus tardive des mariages, paraît devoir être attribué le grand développement de la prostitution dans le département de la Seine.

La natalité, c'est-à-dire le rapport des naissances aux adultes de quinze à soixante ans, en âge de procréer, est égale ou un peu moindre dans la population de ce département que dans celle de la France.

La fécondité des mariages est de plus d'un cinquième inférieure dans ce département que dans la France.

Les naissances illégitimes entrent pour plus d'un quart dans la totalité des naissances du département de la Seine. Elles sont proportionnellement plus de trois fois plus nombreuses que dans la France en général. En partie due à l'émigration momentanée des filles-mères venant de province faire leurs couches à Paris, cette énorme proportion de naissances illégitimes dans le département de la Seine est aussi attribuable à la proportion considérable de célibataires adultes.

La mortalité des enfants de zéro à cinq ans dans la France entière étant de près d'un tiers, celle des enfants nés dans le département de la Seine, déduite de la comparaison des naissances avec les enfants de cinq ans recensés cinq années plus tard, serait de plus de moitié; de telle sorte que, tandis que la vie probable de l'enfant naissant en France s'élève à près de trente-huit ans, celle de l'enfant naissant

Digitized by Google

dans ce département n'atteindrait pas la cinquième année, principalement par suite de l'envoi d'un grand nombre de nourrissons dans les autres départements, mais aussi par le fait même de l'illégitimité de la naissance de beaucoup de ces enfants, car les enfants illégitimes présentent une mortalité presque double de celle des enfants légitimes.

Dans les périodes suivantes de la vie, quoique un peu plus faible de cinq à quinze ans que dans la population de la France, la mortalité de la population de ce département continue en général à être d'un tiers environ plus considérable; aussi, à vingt ans révolus, ne compte-t-elle approximativement que deux cinquièmes de survivants, à quarante ans moins d'un tiers, et à soixante ans moins d'un sixième.

Par suite de l'énorme mortalité infantile des natifs du département de la Seine, la plus grande partie n'atteint pas l'âge de puberté; l'âge moyen des décédés est d'un tiers inférieur à celui des décédés de la France, et la durée moyenne de la période de procréation est de beaucoup inférieure à celle de la population de France : infériorité de durée qui concourt à rendre compte de l'extinction des familles parisiennes signalée par Boudin, Gratiolet et M. de Quatrefages. La descendance des natifs parisiens, à chaque génération successive, diminuerait d'environ deux cinquièmes.

De cette statistique sur la population parisienne il semble résulter que, si les grandes agglomérations humaines sont favorables au développement scientifique, commercial et industriel d'une nation, elles lui sont, au contraire, extrêmement préjudiciables sous le rapport de la race.

Digitized by Google

4

Découverte d'un antidote du phosphore. — Observations de M. le docteur Andant. — Expérience de M. Personne. — Comment agit l'antidote du phosphore.

On lit dans tous les ouvrages de toxicologie et de médecine légale qu'il n'existe, ou que l'on ne connaît encore, aucun antidote contre l'empoisonnement par le phosphore. MM. Tardieu et Roussin, dans leur belle *Étude médicale et clinique sur l'empoisonnement*, disent : « On ne connaît encore jusqu'à ce jour aucune substance qui puisse être administrée comme contre-poison du phosphore. » On apprendra donc avec bonheur que l'antidote si désiré a été découvert. C'est à un médecin de Dax (Landes) qu'est due cette découverte importante, et c'est au hasard seul que ce praticien en est redevable.

Au mois de septembre 1868, un homme, voulant se suicider, avala du phosphore, extrait d'une certaine quantité d'allumettes chimiques. Comme la mort ne venait pas assez vite à son gré, l'individu voulut joindre au premier poison une seconde matière toxique, et il avala le contenu d'un flacon d'essence de térébenthine, qui se trouvait sous sa main. Mais, au lieu de la mort, il avait bu le salut; au lieu d'un nouveau poison, il avait pris un antidote. Il ne ressentit, en effet, aucune impression fâcheuse de l'ingestion successive de ces deux substances.

Averti du fait, le docteur Andant rechercha dans les ouvrages scientifiques l'explication de ce phénomène, étrange autant qu'heureux. Il apprit alors que les chimistes ont constaté que le phosphore cesse d'être lumineux dans l'obscurité quand il est plongé dans l'essence de térébenthine. Il apprit encore que dans plus d'une fabrique d'allumettes chimiques, en Angleterre, il est prescrit aux ouvriers de porter, attaché sur la poitrine, un petit flacon de verre dé-

Digitized by Google

bouché et plein d'essence de térébenthine. Les vapeurs d'essence sont ainsi continuellement respirées par les ouvriers, qui se trouvent à l'abri des accidents fâcheux auxquels expose toujours le maniement du phosphore, c est-à-dire la carie de la mâchoire, les tremblements nerveux, etc.

M. le docteur Andant publia, le 30 septembre 1868, dans le *Bulletin général de thérapeutique*, la curieuse observation que nous venons de rapporter, et il a recueilli plus tard deux autres observations du même ordre.

La connaissance de ces faits a donné à M. Personne, pharmacien en chef de l'hôpital de la Pitié, l'idée de faire l'expérience de cet antidote sur des animaux empoisonnés par le phosphore. Ces expériences ont été communiquées par l'auteur à l'Académie des sciences, puis à l'Académie de médecine dans la séance du 2 mars 1869. Elles établissent nettement l'efficacité de l'essence de térébenthine comme contre-poison du phosphore.

M. Personne a administré à des chiens une dose de phosphore, variant depuis un centigramme jusqu'à trois centigrammes. Le phosphore était porté dans l'estomac à l'aide d'une sonde œsophagienne. L'essence de térébenthine était ensuite administrée, à la dose de dix grammes, émulsionnée avec des jaunes d'œufs.

Voici les résultats des expériences de M. Personne. Cinq chiens soumis à l'action du phosphore, sans l'emploi de l'essence de térébenthine, sont morts. Cinq autres chiens, auxquels on administra l'essence de térébenthine, une ou deux heures après l'ingestion du phosphore, furent très-malades, mais un seul succomba; les quatre autres, au bout de quelques jours, avaient repris toute leur santé.

La même expérience fut faite sur cinq autres chiens, auxquels on administra l'essence de térébenthine aussitôt après l'ingestion du phosphore. Quatre de ces animaux n'éprouvèrent qu'une très-légère indisposition, qui ne tarda pas à se dissiper. Un seul ressentit les effets du poison, et même finit par succomber. Il est vrai que les deux animaux qui ont péri avaient avalé trois décigrammes

Digitized by Google

de phosphore, sans que l'on eût augmenté pour cela la dose du contre-poison.

Ces résultats mettent en évidence l'efficacité de l'essence de térébenthine dans l'empoisonnement par le phosphore. Il importe de les signaler à l'attention des médecins et du public, qui, ainsi avertis, pourront recourir au nouvel antidote dans les cas malheureusement trop fréquents d'un empoisonnement volontaire ou criminel par le phosphore.

Il est triste, en effet, de dire que les empoisonnements par le phosphore, soit dans une vue criminelle, soit dans une intention de suicide, se multiplient, en tous pays, dans une proportion effrayante. On ne connaissait guère autrefois d'autre agent d'empoisonnement que l'arsenic (acide arsénieux); mais, depuis vingt ans, les allumettes chimiques (qui ne sont autre chose que du phosphore divisé dans une pâte gommeuse) sont venues mettre dans toutes les mains un instrument de mort.

La pâte phosphorée, qui se vend dans les campagnes pour la destruction des animaux nuisibles, donne les mêmes facilités au crime ou au suicide. On ne sera donc pas surpris d'apprendre, comme le disent MM. Tardieu et Roussin dans leur ouvrage déjà cité, que « le phosphore occupe aujourd'hui le premier rang dans les statistiques criminelles. »

On peut suivre la progression de l'emploi du phosphore comme toxique, grâce aux relevés que l'on a pu faire dans les tableaux des procès criminels en France. Jusqu'à 1850, l'arsenic, et quelquefois le sublimé corrosif, étaient les seules drogues meurtrières auxquelles les empoisonneurs eussent recours. En 1855, le phosphore figure déjà pour la moitié sur le nombre des empoisonnements en France. En 1857, les relevés établissent que vingt-trois empoisonnements criminels ont été exécutés au moyen du phosphore, et dix-huit seulement par l'arsenic. En 1858, on compte 20 empoisonnements par le phosphore et 9 par l'arsenic; en 1859, on signale 16 empoisonnements par le phosphore et 9 seulement par l'arsenic; en 1860, 15 empoisonne-

Digitized by Google

ments par le phosphore et 3 par l'arsenic; en 1861, 13 empoisonnements par le phosphore et 14 par l'arsenic; enfin, en 1862, on compte 16 empoisonnements par le phosphore et 5 seulement par l'arsenic.

Aujourd'hui, l'arsenic est presque entièrement rayé du programme du crime. La pâte phosphorée des allumettes chimiques règne sur toute cette ligne funeste.

La pâte phosphorée des allumettes chimiques offre de si déplorables facilités aux intentions criminelles, qu'il n'est pas surprenant que son usage se soit si rapidement et si universellement propagé. Et d'abord, le phosphore, quand il est ingéré avec les aliments, est à peu près sans saveur. L'odeur alliacée qui, assure-t-on, doit tenir la victime sur ses gardes, est un caractère purement scientifique. Dans la pratique, c'est une sauvegarde à peu près nulle. Enveloppé dans une pâte alimentaire, le phosphore n'a ni saveur ni odeur. M. Tardieu a préparé différentes pâtes, que les chiens avalaient sans la moindre répugnance, et qui les faisait infailliblement mourir. Les faits acquis dans une foule d'affaires criminelles prouvent d'ailleurs que le phosphore mêlé aux aliments a été avalé sans que les victimes aient été tenues en défiance par une saveur ou une odeur anormales.

Il faut ajouter que la recherche du phosphore dans le cas d'une expertise médico-légale présente les plus grandes difficultés. On lit dans tous les ouvrages de toxicologie la description, parfaitement posée et très-scientifiquement déduite, de la méthode qui sert à rechercher le phosphore dans un cas d'empoisonnement. Cette méthode de recherche est due au chimiste allemand Mitscherlich. On place les matières dans un ballon de verre; puis on chauffe le ballon en faisant passer les vapeurs à travers un large manchon de verre, qui est constamment rafraîchi par un courant d'eau. On a soin de placer le manchon réfrigérant dans une obscurité complète. On a préalablement ajouté à la masse à distiller un peu d'acide sulfurique, pour saturer l'ammoniaque qui empêcherait la réaction que l'on cherche à pro-

Digitized by Google

duire. Quand le liquide est porté à l'ébullition, le phosphore, s'il en existe dans les matières examinées, se réduit en vapeurs, en même temps que l'eau; et l'on voit alors apparaître dans l'obscurité un anneau lumineux, une flamme plus ou moins distincte, indice de la présence du phosphore. On prétend que la pâte d'une seule allumette, introduite dans 150 grammes de matière alimentaire, suffit pour produire dans l'appareil Mitscherlich un effet lumineux qui persiste une demi-heure.

Tout cela est très-scientifique et figure parfaitement dans un livre de théorie et d'enseignement; mais dans la pratique la méthode de Mitscherlich est loin de présenter toujours de bons résultats, et surtout d'amener à des conclusions irréprochables devant la justice. Il faut savoir qu'il existe des phosphates dans certains aliments, et en plus grande proportion dans certaines substances alimentaires que dans d'autres. Il n'est pas toujours possible de déclarer avec certitude que du phosphore dont on a constaté la présence, dans une expertise de chimie légale, ne provient pas de ces phosphates naturels, mais bien du phosphore libre administré comme poison et mêlé aux aliments. De là résultent des difficultés, des incertitudes, des doutes, dont l'avocat de l'accusé sait toujours tirer parti, au grand embarras du jury. Personne n'ignore, au contraire, avec quelle facilité on retrouve l'arsenic, grâce à la méthode irréprochable, dite méthode de *Marsh*. La découverte de l'arsenic mêlé aux substances alimentaires ou au produit des déjections, et même intimement incorporé, par l'absorption, dans la trame des tissus organiques, est, pour ainsi dire, un jeu d'enfant entre les mains des hommes de l'art. C'est le pont aux ânes de la chimie légale.

En voilà plus qu'il n'en faut pour expliquer l'abandon général que le crime a dû faire de l'acide arsénieux, comme instrument de mort, et la préférence, à peu près exclusive, qu'il accorde aujourd'hui à cette terrible substance vénéneuse, qui, par une fatalité impossible maintenant à conjurer, se trouve entre les mains de tous, qui est à la dis-

Digitized by Google

position de l'enfant inexpérimenté, comme du scélérat endurci.

La découverte d'un antidote du phosphore nous apparaît donc comme un bienfait public, et l'on doit remercier, au nom de l'humanité, le docteur Andant de son heureuse découverte

Le mémoire de M. Personne, qui donne les détails des expériences que nous venons de rapporter, contient une autre partie assez neuve au point de vue théorique. M. Personne cherche à expliquer comment l'essence de térébenthine peut agir en neutralisant, au sein de nos organes, les effets vénéneux du phosphore.

L'essence de térébenthine n'agit pas assurément dans ce cas comme les antidotes ordinaires, c'est-à-dire en formant avec la substance toxique un composé insoluble, et par cela même inerte. Il ne peut, en effet, se produire aucune espèce de combinaison chimique entre le phosphore et l'essence de térébenthine. Il y a plus : comme l'essence de térébenthine dissout le phosphore, si l'on voulait raisonner au point de vue purement chimique, ce liquide ne pourrait qu'activer les effets vénéneux, en raison de la solubilité du poison dans le liquide ingéré.

Cette explication, que la chimie ne peut fournir, M. Personne la demande à la physiologie. Le phosphore, selon lui, agit en empêchant la révivification du sang par l'oxygène de l'air, en empêchant l'*hématose*, comme disent les médecins qui aiment à parler grec. Eminemment oxydable, le phosphore s'empare de l'oxygène de l'air à mesure qu'il pénètre dans les vaisseaux, et il provoque ainsi une véritable asphyxie du sang. Quand le phosphore détermine, en un court intervalle de temps, cette absorption de l'oxygène de l'air des vaisseaux, l'effet est rapide, et l'asphyxie du sang, puis la mort, qui en est la conséquence, se produisent promptement. Si, au contraire, l'absorption est lente, l'asphyxie ne se produit que graduellement, progressivement, dans un intervalle de plusieurs jours ou de plusieurs se-

Digitized by Google

maines. C'est alors que l'on verra se manifester cette *dégénérescence graisseuse*, que l'on observe à la suite des empoisonnements par le phosphore, et qui finit par emporter l'individu empoisonné.

En admettant comme vraie cette théorie des effets du phosphore, l'essence de térébenthine, selon M. Personne, empêcherait le phosphore de s'oxyder dans le sang, comme elle empêche le même corps de s'oxyder dans l'air, puisque le phosphore dissous dans l'essence de térébenthine perd la propriété de luire dans l'obscurité, c'est-à-dire de brûler.

Toute cette théorie est très-ingénieuse, et nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que les faits récemment acquis à la toxicologie lui offrent un appui réel. On a longtemps prétendu, et Orfila a toujours professé, que le phosphore n'est point vénéneux par lui-même, et que, semblable en cela à l'arsenic, qui est tout à fait innocent à l'état de pureté, et ne devient nuisible qu'à l'état d'acide arsénieux ou d'acide arsénique, le phosphore n'acquiert de propriétés nuisibles qu'en s'oxydant, c'est-à-dire en passant à l'état d'acide phosphoreux ou hypophosphoreux. Mais les expériences de MM. Tardieu et Roussin ont renversé cette hypothèse. MM. Tardieu et Roussin, au laboratoire du Val-de-Grâce, ont administré à des chiens des doses considérables d'acides phosphoreux et hypophosphoreux, de phosphites et d'hypophosphites alcalins ou terreux, sans provoquer chez ces animaux le moindre symptôme d'empoisonnement. A la différence de l'arsenic, le phosphore est donc vénéneux par lui-même; c'est sa propre substance, et non le produit de son oxydation, qui détermine l'effet toxique. Cette circonstance, on le voit, vient à l'appui de la théorie de M. Personne.

Les symptômes que présente l'empoisonnement par le phosphore viennent encore à l'appui de la même explication. La marche de ce genre d'empoisonnement est en général très-lente; la maladie se prolonge plusieurs jours. Les symptômes habituels, c'est-à-dire la chaleur à la gorge, le malaise, les agitations, les vomissements, puis la diarrhée

Digitized by Google

et une extrême sensibilité de l'estomac et du ventre, durent plusieurs jours, au moins chez les adultes. Ensuite le malade éprouve une amélioration apparente, qui se prolonge quelquefois 3 ou 4 jours ; puis, au moment où la guérison semble assurée, l'individu succombe tout d'un coup.

Telle est la forme habituelle de l'empoisonnement par le phosphore. MM. Tardieu et Roussin distinguent encore une *forme nerveuse*, dans laquelle prédominent les troubles du système nerveux ; et dans ce cas, la maladie dure dix à douze jours.

MM. Tardieu et Roussin distinguent même une troisième forme, plus lente encore que les précédentes, et dans laquelle, après les symptômes ordinaires, survient une convalescence apparente, qui dure deux ou trois semaines. Puis l'inflammation de la gorge, les hémorrhagies, accompagnées d'engourdissement, d'étouffement et d'accidents nerveux, reparaissent et ne tardent pas à épuiser la victime, qui succombe enfin après de longues et cruelles souffrances. On a vu cette dernière forme de la maladie se prolonger pendant sept à huit mois, et réaliser ce type de *poisons lents* que l'on pouvait croire relégué dans le domaine de l'imagination ou du roman.

Cette lenteur des effets morbides, qui constitue le caractère général de l'empoisonnement par le phosphore, semble indiquer une sorte de lente asphyxie, qui s'opérerait dans la masse du sang, conformément à l'ingénieuse théorie du pharmacien en chef de la Pitié que nous avons exposée.

Nous disions au commencement de cet article que le docteur Andant a recueilli deux autres observations de guérison de l'empoisonnement par le phosphore. Nous les rapportons ici.

La première cure a été opérée par le docteur Sorbets, d'Aire (Landes), qui en rend compte en ces termes :

« D... (Pierre), âgé de 50 ans, ouvrier terrassier, habite avec sa femme et son fils, âgé de 17 ans, cordonnier, le quartier dit *du Gravier*, dans la banlieue d'Aire (Landes).

Digitized by Google

Voulant détruire, pendant la nuit suivante, des rats qui troublaient son sommeil, D... imagina de couper des morceaux de lard, et de placer dans leur intérieur les extrémités d'allumettes-bougies de trois fortes boîtes.

Marie D... rentrant la première, vers sept heures, se mit en devoir de préparer le repas du soir, qui consistait surtout en une soupe composée de choux et de fèves, et, avisant une assiette pleine de morceaux de lard, desserte probabe du dîner, elle ne trouva rien de mieux que de les jeter dans le pot de fer qui déjà se trouvait sur le foyer.

Vers huit heures, les époux D... et leur fils se servent largement de la soupe. Ils mangent de même, et ce n'est qu'après l'ingestion de ce potage toxique que, reconnaissant l'erreur de sa femme, D... s'écrie avec terreur qu'ils sont empoisonnés.

Quelques minutes après l'événement, j'étais près de cette famille, très-effrayée du triste sort qui l'attendait. J'adopte immédiatement, et pour trois personnes, la formule suivante, proposée par le docteur Andant :

Potion gommeuse.	300 gr.
Essence de térébenthine	10 —
Sirop de fleurs d'oranger. . . .	60 —
Gomme adragante	30 centigr.
M. s. a.	

à prendre en quatre fois, et de quart d'heure en quart d'heure, après avoir agité le flacon.

Pendant les quelques minutes nécessaires pour se procurer le remède, et après avoir éteint toute lumière, j'agitai, à l'aide d'une forte cuiller, une partie du liquide incriminé, restée dans le pot de fer. La substance vénéneuse, en assez grande quantité, s'annonça par une phosphorescence caractéristique, combustion des vapeurs blanchâtres, et qui éclairait dans l'obscurité le vase dans lequel elle était contenue. Puis, à l'aide du doigt, j'en portai à ma bouche, m'étonnant que le goût nauséabond de cet aliment eût permis à mes clients d'en absorber une aussi grande quantité.

Comme l'empoisonnement était récent, et que l'antidote fut immédiatement administré, les symptômes n'eurent pas le temps de se manifester d'une façon désastreuse.

Cependant, d'une manière générale, ils éprouvèrent d'assez

Digitized by Google

vives douleurs dans le ventre. Ils portaient la main sur le creux épigastrique, qui était légèrement tendu et douloureux à la pression. Leur bouche était amère, pendant que leur haleine répandait une odeur alliacée.

D... père eut seulement des envies de vomir. Point de vomissements. En outre, ses pupilles étaient un peu dilatées, pendant que son pouls était à 88.

D... fils, dont les pupilles étaient normalement dilatées, et qui n'éprouva que de la douleur et de la tension épigastriques, avait un pouls qui battait 84, tandis que le compteur à secondes ne révélait que 80 pulsations au pouls de sa mère.

Les accidents n'eurent pas plus de gravité : ni vomissements, ni prostration, pas plus que de convulsions ou de soif ardente. L'antidote, administré dans un temps relativement très-rapproché après l'ingestion du toxique, enraya heureusement les symptômes graves qui, selon toute apparence, se seraient montrés, le phosphore étant un des poisons les plus actifs.

J'avais prescrit, en prévision d'une soif ardente pendant la nuit, un litre d'eau albumineuse avec de l'eau de fleurs d'oranger. La nuit fut calme, et dès le lendemain les empoisonnés reprirent leurs travaux. »

M. Andant nous écrit de Dax, le 5 décembre 1869, qu'il a recueilli dans sa clientèle un troisième cas de guérison de l'empoisonnement par le phosphore. Dans ce cas tout à fait probant, l'ingestion des allumettes chimiques avait eu lieu quinze heures avant l'arrivée du médecin et l'administration de l'essence de térébenthine.

D'un autre côté, la *Gazette des hôpitaux* a publié en 1869 trois autres cas de guérison de l'empoisonnement par le phosphore.

On compte en résumé aujourd'hui, et dans l'espace d'un an seulement, six observations d'empoisonnement par le phosphore guéris par la térébenthine, ce qui attribue une spécificité bien évidente à ce mode de traitement.

L'Académie de médecine et l'Académie des sciences sauront, nous l'espérons, récompenser le docteur Andant, l'auteur de cette belle découverte, par une des distinctions dont elles disposent.

Digitized by Google

§

Action toxique de l'acide pyrogallique.

Nous venons de signaler la théorie nouvelle émise par M. Personne pour expliquer l'effet toxique du phosphore. Se fondant sur l'action bienfaisante et reconnue infaillible (quand elle est administrée à temps) de l'essence de térébenthine comme antidote du phosphore, M. Personne a émis l'opinion que le phosphore tue en s'emparant de l'oxygène qui circule dans le sang, et mettant ainsi obstacle à son oxygénation, en d'autres termes, à l'*hématose*.

Dans le travail dont nous parlions, M. Personne s'exprimait en ces termes :

« Le phosphore tue en empêchant l'hématose du sang, qu'il prive de son oxygène : rapidement si l'absorption est rapide, lentement si elle est lente. Dans le premier cas, la mort est assez prompte, c'est une véritable asphyxie; dans le second cas, elle est plus lente et cause cette dégénérescence graisseuse qui est le résultat du défaut d'hématose et qui fait succomber les individus. L'essence de térébenthine absorbée semble donc empêcher le phosphore de brûler dans le sang, de la même manière qu'elle empêche sa combustion, à basse température, dans l'air; elle lui enlève la propriété de priver le sang de l'oxygène qui lui est indispensable; il peut alors être éliminé sans avoir causé de désordres dans l'économie. »

Cette théorie de l'action toxique du phosphore était déduite de l'efficacité de l'essence de térébenthine dans l'empoisonnement par le phosphore; mais elle avait besoin, pour être admise avec certitude dans la science, d'être confirmée par des faits nouveaux.

Cette confirmation a été acquise d'une façon indubitable par des expériences nouvelles du même auteur. M. Personne a choisi un produit organique bien différent du phosphore, mais qui, tout aussi bien que ce corps simple, ab-

Digitized by Google

sorbe avec une grande énergie l'oxygène de l'air, quand on l'expose au contact des alcalis. Il s'agit de la substance organique aujourd'hui si employée par les photographes, l'*acide pyrogallique*.

M. Personne a administré à des chiens, à la dose de 2 à 4 grammes, une dissolution aqueuse d'acide pyrogallique, et les effets toxiques de cette matière végétale, en apparence si indifférente, n'ont pas tardé à se manifester.

Un quart d'heure après l'ingestion de l'acide pyrogallique, les animaux sont en proie à des accidents d'asphyxie, qui reproduisent fidèlement ceux que détermine le phosphore, c'est-à-dire des vomissements, des tremblements, des efforts pour dilater la poitrine.

Au bout d'une heure, l'animal se meut avec peine; il est devenu froid et insensible. Une heure plus tard, il y a refroidissement rapide, plaintes, insensibilité. Ces accidents augmentent avec une rapidité surprenante, et, trois heures après l'administration de l'acide pyrogallique, l'animal est étendu, sans faire d'autres mouvements que celui du thorax, qu'il cherche à dilater péniblement pour respirer. Cet état dure jusqu'à la mort, qui est arrivée au bout de cinquante heures pour un chien qui avait absorbé 4 grammes, et de soixante heures environ pour un autre qui n'avait avalé que 2 grammes du toxique.

Cette expérience est aussi curieuse que concluante. Voilà, en effet, deux corps bien différents, l'un, le phosphore dont l'action redoutable est malheureusement trop connue; l'autre, l'acide pyrogallique, qui a été regardé jusqu'à présent comme bien inoffensif, et qui est surtout incapable de causer des lésions traumatiques sur le tube intestinal, mais qui, placés chacun dans des conditions convenables, possèdent la même fonction chimique, celle d'absorber rapidement l'oxygène de l'air. Or, ces deux substances causent les mêmes accidents sur l'économie animale, et malgré leur dissemblance et leur différence d'origine, elles sont aussi redoutables l'une que l'autre.

Ces faits ne doivent laisser subsister aucun doute sur la

Digitized by Google

manière dont on doit interpréter l'action funeste du phosphore, et l'on doit admettre qu'il tue par asphyxie, lente ou rapide, selon la quantité qui en est absorbée.

6

Les enveloppes de lettres et les pains à cacheter vénéneux.

On trouve dans le commerce, depuis plusieurs années, des enveloppes de lettres opaques, dont l'intérieur est coloré diversement, afin d'empêcher les indiscrétions et la curiosité. Ces enveloppes sont, le plus souvent, colorées en vert.

M. Jeannel a publié dans le *Journal de médecine de Bordeaux* une observation importante concernant ces enveloppes. Il a reconnu que l'arsénite de cuivre, substance éminemment vénéneuse, est la matière qui sert à les colorer en vert.

Voici la marche suivie par M. Jeannel pour rechercher la matière colorante, et les résultats obtenus par ce chimiste.

L'enveloppe lavée à l'eau, lavée de nouveau à trois reprises avec 15 grammes d'eau ammoniacale (ammoniaque liquide à 22°, 1 partie; eau distillée, 5 parties), s'est trouvée décolorée et a donné un liquide transparent, d'un bleu céleste, indiquant la présence d'un sel de cuivre. Ce liquide, évaporé dans une capsule de porcelaine, a laissé un résidu sec, insoluble dans l'eau et d'un vert clair, qui consistait en arsénite de cuivre.

La présence de l'arsenic a été mise en évidence dans ce résidu par l'opération suivante : mêlé au double de son poids de flux noir, ce résidu a été introduit dans un petit tube et chauffé au rouge. Il a alors donné un anneau métallique noir, miroitant, très-volatil, et par conséquent arsenical.

Ainsi, les enveloppes opaques de couleur verte sont colorées par l'arsénite de cuivre, c'est-à-dire par l'une des

Digitized by Google

substances les plus vénéneuses que l'on connaisse. Chaque enveloppe, selon M. Jeannel, contient 125 milligrammes de ce composé toxique.

L'arsénite de cuivre est insoluble dans l'eau, mais il n'est pas insoluble dans les liquides alcalins, et notamment dans la salive. Ce qui le prouve, c'est la saveur métallique que l'on ressent quand on humecte deux ou trois fois ce composé avec la langue.

Les enveloppes de lettres colorées au moyen de l'arsénite de cuivre pourraient-elles devenir la cause d'empoisonnements mortels? Ce fâcheux résultat ne pourrait être que très-exceptionnel, en raison de la faible quantité de matière vénéneuse qui peut être enlevée par la langue, lorsqu'on mouille le bord gommé de l'enveloppe. Mais il est certain qu'il serait tout au moins malsain d'humecter chaque jour un certain nombre de ces enveloppes avec la langue. D'ailleurs elles pourraient être mâchées accidentellement par des enfants et même des adultes, ou bien des matières alimentaires pourraient se trouver en contact avec elles.

Il serait donc prudent d'interdire la fabrication et la vente des enveloppes de lettres colorées en vert par l'arsénite de cuivre.

Après les enveloppes, les pains à cacheter! On ne pourra bientôt plus envoyer une lettre sans s'exposer à quelque intoxication.

Le docteur Goppelsroder, de Bâle, a réuni, pour faire des expériences, deux cent douze espèces de pains à cacheter de couleur, acquis dans diverses fabriques, et voici les résultats auxquels il est arrivé.

Les pains à cacheter rouges contiennent du minium; les jaunes, de l'oxyde de plomb; les blancs renferment du plomb; les verts et les bleus, du bleu de Prusse et du chrome. Il conseille donc de n'employer que les pains à cacheter noirs, bruns ou blancs.

L'usage des pains à cacheter a diminué depuis qu'il est

Digitized by Google

devenu d'habitude presque générale d'employer les enveloppes gommées; il est bon cependant de prévenir de la possibilité de quelque danger ceux qui s'en servent encore.

Il ne faudrait pas croire à l'innocuité des pains à cacheter en se basant sur le peu de temps qu'ils passent dans la bouche. D'après M. Houzeau, certaines personnes sont sensibles à l'action de très-minimes parties du poison qu'ils renferment. Un habitant de Rouen, qui était toujours malade, ne se trouvait dans cet état qu'à cause de l'emploi qu'il faisait de pains à cacheter colorés par du minium. Les accidents disparurent dès qu'il eut cessé de s'en servir.

7

Un empoisonnement par des bas rouges; la coralline et ses dangers comme matière tinctoriale.

On disait à Paris en 1848 : *ni talons rouges, ni bonnets rouges.* Il faudrait ajouter aujourd'hui : *ni bas rouges!* Ces chaussettes rouges, si en honneur chez nos voisins les Anglais, et qui sont teintes avec la coralline, substance extraite de la houille, paraissent d'un usage dangereux. En Angleterre, où les vêtements teints en rouge par cette matière végétale sont très-répandus, on n'a pas encore constaté, d'une façon bien authentique, de cas d'empoisonnement; mais il en a été autrement en France, où quelques accidents de ce genre ont été signalés par M. Tardieu, l'éminent toxicologiste de la Faculté de médecine de Paris.

Au mois de mai 1868, M. Tardieu fut consulté par un jeune homme de vingt-trois ans, d'une constitution d'ailleurs parfaite, et qui était atteint aux deux pieds d'une éruption très-douloureuse. Cette éruption, bornée à la partie du pied que recouvrait la chaussette, dessinait sur la peau la forme parfaitement régulière du soulier-escarpin que portait le jeune homme. La peau était enflammée, tu-

Digitized by Google

méfiée, d'une rougeur uniforme, sur laquelle se détachaient d'innombrables petites vésicules, se réunissant pour former de larges cloches ou bulles remplies d'un liquide séro-purulent. L'éruption s'accompagnait de malaise général, de fièvre, de mal de tête et de mal de cœur. Le siége et la forme si particulière de l'éruption dénotaient une cause toute locale. Le jeune homme venait précisément de faire usage, depuis quelques jours, de chaussettes de soie rouge, d'une nuance très-élégante, que la mode s'apprêtait à répandre. Il était évident que la cause du mal était dans la chaussure. *Ablata causa, tollitur effectus :* ce qui veut dire qu'une fois les chaussettes enlevées, le mal, qui en était l'effet, disparut promptement.

M. Tardieu a observé un fait tout semblable sur un jeune homme, ami du précédent.

Ajoutons, à titre de confirmation du cas qui vient d'être cité, que le premier jeune homme ayant de nouveau voulu remettre ses chaussettes rouges, après plusieurs mois d'intervalle, fut repris des mêmes accidents.

Au mois de septembre suivant, les journaux annonçaient que M. Bidard, professeur de chimie à Rouen, avait fait une observation semblable sur un Anglais qui avait porté une paire de chaussettes de soie teintes, sur un fond lilas, de lignes circulaires d'un rouge vif. L'inflammation de la peau des pieds était limitée aux parties en contact avec les lignes rouges. Or, la couleur lilas était du violet d'aniline, tandis que les parties rouges étaient teintes avec la coralline.

Ajoutons qu'au mois de janvier 1869 les journaux de Paris racontaient qu'une dame américaine ayant porté des bas de soie rouge vit ses jambes se couvrir de boutons, dont quelques-uns s'ulcérèrent. Elle éprouva en même temps des étourdissements et de vives souffrances, signes d'un commencement d'intoxication.

En se multipliant, ces accidents pouvaient constituer un certain danger pour la santé publique. M. Tardieu a donc entrepris d'isoler la substance particulière qui les occa-

Digitized by Google

sionne. M. Roussin, professeur de chimie au Val-de-Grâce, a secondé M. Tardieu dans ces recherches.

Les deux opérateurs ayant repris les chaussettes qui avaient déterminé le premier des accidents dont nous avons parlé, les ont traitées par l'alcool bouillant, qui a dissous la matière colorante rouge, c'est-à-dire la coralline. Cette dissolution, évaporée à siccité, a fourni un extrait, dont les propriétés vénéneuses ne pouvaient être méconnues. En effet, cette matière colorante, redissoute dans une petite quantité d'alcool, et injectée sous la peau d'un chien, d'un lapin et d'une grenouille, a tué ces animaux : la grenouille au bout de quatre heures, le chien le lendemain, le lapin le surlendemain.

MM. Tardieu et Roussin ont continué les mêmes expériences, en agissant sur la coralline pure, telle qu'elle existe dans le commerce. C'est une matière solide, en paillettes rouges ou jaunes, et que l'on obtient, dans les laboratoires de chimie, en décomposant l'acide phénique. (L'acide phénique est un produit de la décomposition chimique du goudron de houille.) Les expériences faites sur les chiens avec la coralline pure n'ont pas laissé de doute sur les propriétés toxiques de cette substance. Au point où la coralline avait pénétré sous la peau, par l'incision pratiquée pour y injecter la liqueur, il existait une violente inflammation du tissu cellulaire, avec infiltration purulente. Les intestins présentaient les traces manifestes d'une inflammation aiguë de la membrane muqueuse. Le foie offrait une dégénérescence graisseuse. Enfin, et c'est là le caractère en quelque sorte essentiel de cet empoisonnement, les poumons, chez le chien et surtout chez le lapin, étaient comme teints par la matière corolante, et présentaient dans toute leur étendue une très-belle nuance écarlate, qui se répandait uniformément à leur surface.

M. Tardieu a voulu pousser plus loin les investigations, et révivifier en quelque sorte, du sein des animaux empoisonnés, la coralline même, comme on a coutume de le faire dans la recherche médico-légale des poisons. En d'autres

Digitized by Google

termes, il a voulu extraire la coralline avec ses caractères distinctifs, du sein des tissus dans lesquels l'absorption l'avait entraînée et fixée. M. Roussin est parvenu, par un procédé chimique particulier, à séparer la coralline des poumons et du foie des animaux empoisonnés. Avec la matière colorante ainsi extraite, il a pu teindre en rouge un écheveau de soie. La coralline, qui avait donné lieu à l'empoisonnement, a été ainsi décelée par sa propriété caractéristique de matière tinctoriale, tout comme le sont l'atropine ou la digitaline par le pouvoir qu'elles possèdent de dilater la pupille ou d'arrêter les battements du cœur. C'est là une nouvelle application heureuse de la méthode physiologique et expérimentale qui s'est introduite de nos jours dans la recherche des poisons organiques.

La coralline est donc, selon M. Tardieu, un poison d'une certaine énergie. Introduite, même à petite dose, dans l'économie vivante, elle peut donner la mort. Elle agit à la façon des poisons irritants, notamment des substances dites *drastiques*, de l'huile de *croton tiglium* par exemple, dont elle reproduit à la fois l'action locale, sous la forme d'une éruption vésiculeuse très-aiguë, et les effets généraux, tels que l'inflammation du tube digestif. Absorbée et portée dans la profondeur des organes, elle y provoque d'une part la dégénérescence graisseuse que produisent diverses espèces de poisons, comme le phosphore, l'ammoniaque et l'arsenic; et d'autre part, elle s'y concentre, et peut en être extraite en conservant sa couleur spéciale et ses propriétés tinctoriales.

Les accidents qu'a déterminés la coralline chez l'homme se sont bornés jusqu'ici à une affection locale assez douloureuse, et à quelques troubles de la santé générale, heureusement sans gravité. Mais il n'est nullement prouvé, à en juger par les effets rapidement mortels qu'elle a produits sur les animaux, qu'elle ne puisse, dans certaines circonstances, exposer l'homme lui-même à de plus sérieux dangers.

Telles sont les observations faites par M. Tardieu. Il

Digitized by Google

nous reste maintenant à donner la contre-partie des assertions du célèbre hygiéniste.

Comme on vient de le voir, M. Tardieu, invoquant à la fois des expériences sur les animaux et quelques observations de sa pratique, avait présenté la coralline comme une substance irritante et toxique. L'industrie de la teinture, qui l'emploie en assez grandes proportions, s'était émue du discrédit jeté sur cette substance. Des expériences nouvelles, présentées à l'Académie des sciences, sont venues fort à propos la rassurer. D'après des recherches spéciales entreprises sur cette question par MM. les docteurs Landrin frères, assistés de MM. Barbaut et Bourguignon, les reproches adressés à la coralline n'auraient aucun fondement.

Ces observateurs ont administré à des animaux, à des chevaux et à des chiens, la coralline purifiée, et dans une autre série d'expériences, la coralline telle qu'on la trouve dans le commerce. Dans aucun cas ils n'ont pu constater le moindre symptôme d'empoisonnement. M. Tardieu a raconté le fait d'une personne qui avait éprouvé une irritation érésipélateuse aux jambes, pour avoir porté des bas teints en rouge par la coralline. MM. Landrin, Barbaut et Bourguignon ont étendu sur leurs bras de la coralline dissoute dans de l'alcool, et ont laissé cette teinture sur la peau jusqu'à ce qu'elle eût disparu. L'un d'eux a eu pendant dix jours le pied teint de cette couleur. Absolument rien de fâcheux n'en est résulté.

De leurs nombreuses expériences, ces observateurs concluent que la coralline n'est point toxique, même à dose élevée, et qu'on peut en faire usage en teinture sans aucune hésitation.

M. Chevreul a dit, à propos de cette communication, qu'une expérience faite à la manufacture des Gobelins a conduit au même résultat concernant l'innocuité de la coralline.

M. Tardieu, dont l'opinion était contredite d'une manière si formelle, a répondu, immédiatement après la lec-

Digitized by Google

ture de ce mémoire, que des résultats négatifs ne prouvaient rien contre les faits positifs qu'il avait observés. Il se réservait d'ailleurs de faire une réponse développée aux objections qu'on lui opposait.

L'opposition contre les assertions de M. Tardieu ne s'est pas terminée là. M. Paul Guyot a publié une note sur la *non-toxicité de la coralline* que nous allons résumer.

L'auteur examine ces trois questions :

1° La coralline est-elle vénéneuse lorsqu'elle est introduite dans l'économie animale ?

2° L'est-elle lorsqu'elle est placée sur une blessure récente ?

3° L'est-elle lorsqu'elle est employée sous forme de chaussettes teintes ?

Sur ces trois questions, M. Guyot répond que, dans aucun cas, la coralline ne lui a paru vénéneuse, et qu'il doit confirmer entièrement les conclusions de M. Landrin.

Voici quelques-unes des expériences exécutées par M. Guyot avec la matière colorante incriminée. Après avoir fait dissoudre 2 grammes de coralline dans de l'alcool, on a trempé dans la solution des morceaux de viande, jusqu'à complète absorption de tout le liquide ; puis, les ayant fait sécher, on les a donnés à un chat qui les absorba dans l'espace d'un jour, et cette nourriture fut maintenue pendant huit jours. Aucun accident ne s'est manifesté, et l'animal a pris ainsi une quinzaine de grammes de coralline. M. Guyot, d'un autre côté, donna à un lapin de taille moyenne 3 grammes de la matière colorante en solution alcoolique et il fit durer l'expérience huit jours.

Les deux animaux ayant été tués après la semaine de ce régime, on a recherché la coralline dans leurs organes. La quantité renfermée dans les poumons du chat fut suffisante pour teindre de la soie. Quant à celle qui fut trouvée dans le lapin, quoique cet animal eût absorbé beaucoup moins de coralline que le chat, elle était encore en assez forte proportion.

Digitized by Google

Après de nouvelles expériences exactement semblables aux précédentes, on ne tua les animaux que huit jours après la dernière absorption de coralline; les poumons en contenaient encore une proportion appréciable.

Les différentes méthodes employées afin d'expérimenter sur des grenouilles ont donné des résultats satisfaisants. Ayant placé quelques grenouilles dans un vase renfermant 2 litres d'eau, l'auteur a fait dissoudre 2 grammes de coralline dans 10 grammes d'alcool, et il a versé cette solution dans l'eau; les grenouilles ont résisté parfaitement à l'épreuve. D'autres résistèrent aussi à une deuxième expérience, dans laquelle la dose de matière colorante fut doublée. De même que M. Landrin, M. Guyot a donné 5 centigrammes de coralline à l'état pulvérulent à une grenouille, qui a résisté parfaitement à l'épreuve. Des sangsues ont également résisté à l'action de l'eau alcoolisée contenant de la coralline.

Après avoir blessé au dos une grenouille, on a introduit dans la blessure 5 centigrammes de coralline; la blessure se ferma au bout de quelques jours et la grenouille ne parut pas affectée. Cette expérience fut répétée de diverses manières, avec différents animaux, et chaque fois la guérison fut complète, sans aucun accident.

Dans le courant de ses recherches, M. Guyot dit n'avoir pris aucune précaution afin de se garantir de la teinture de coralline. Pendant une quinzaine de jours, il a eu une partie des mains teintes en rouge, et n'a éprouvé aucune inflammation ni aucun des symptômes signalés par M. Tardieu.

Cette dernière expérience involontaire qui venait encore à l'appui des faits précités et confirmait les recherches de M. Landrin, ne parut cependant pas suffisante pour tirer des conclusions. M. Guyot a voulu se placer dans les conditions formulées par les recherches de M. Tardieu, c'est-à-dire opérer avec des chaussettes teintes en rouge de coralline. Après s'être procuré des chaussettes en soie blanche, il les a teintes lui-même et les a portées en se plaçant dans diverses conditions.

Digitized by Google

Dans une première expérience, après avoir mis les chaussettes, l'auteur est resté en repos, ne marchant que le juste nécessaire pour vaquer à ses affaires habituelles. Aucun symptôme ne se manifesta, et il n'eut à constater aucune inflammation ou tuméfaction pouvant ressembler à une brûlure. Il n'a de plus éprouvé aucune indisposition pouvant ressembler à un empoisonnement.

Dans une deuxième expérience, M. Guyot s'est placé dans des conditions tout à fait opposées, c'est-à-dire qu'après avoir mis les chaussettes teintes, il fit une longue marche, afin de se fatiguer les pieds. De même que précédemment, il n'a constaté aucune inflammation ou tuméfaction.

Enfin, pour savoir si l'action toxique manifestée par la coralline anglaise était due à l'impression alternative de violet d'aniline et de coralline, M. Guyot a teint par raies des chaussettes en ces deux couleurs, et les ayant portées dans les deux conditions précédentes, il n'a ressenti aucune indisposition.

En conséquence, M. Guyot déclare :

1° Que la coralline n'est pas vénéneuse, même à dose élevée;

2° Qu'elle ne l'est point non plus lorsqu'elle est mise en contact direct avec le sang;

3° Qu'on peut s'en servir hardiment dans la teinture, soit en l'employant seule, soit alternativement avec le violet d'aniline.

Ces résultats contradictoires s'expliquent, selon nous, par une mauvaise préparation de la coralline, s'il est vrai, comme on l'a prétendu, que l'arsenic intervienne quelquefois dans sa fabrication.

En résumé, la question exige de nouvelles recherches, et M. Tardieu ne tardera pas sans doute à éclaircir une difficulté qui jette dans une certaine perturbation une branche importante de l'industrie de la teinture.

Digitized by Google

8

Sur l'insalubrité des poêles de fonte. — Expériences faites par M. le général Morin au Conservatoire des Arts et Métiers. — Altération chimique de l'air par l'action des poêles de fonte. — Moyen de prévenir ce danger.

Un travail d'une haute importance au point de vue de l'hygiène publique a été présenté à l'Académie des sciences par M. le général Morin. On trouve dans ce mémoire la démonstration positive du fait, si controversé depuis quelques années, de l'insalubrité des poêles de fonte.

Beaucoup d'assertions, beaucoup de faits contradictoires ont été mis en avant à propos des effets nuisibles que l'on croyait pouvoir attribuer aux poêles métalliques. En 1867, un travail remarquable du docteur Carret (de Chambéry), travail dont nous avons donné l'analyse dans l'*Année scientifique*, attira beaucoup l'attention sur cette question. M. Carret avait trouvé dans l'usage des poêles de fonte l'origine d'une foule d'accidents graves et même de maladies.

Les faits avancés par le docteur savoisien ne furent pas admis d'emblée. Ils rencontrèrent au sein de l'Institut une vive opposition. Un rapport très-développé fut présenté, en 1868, à l'Académie, par le général Morin, sur les recherches du docteur Carret. Ce rapport provoqua une discussion sérieuse, et l'Académie, en fin de compte, refusa d'approuver ce travail. M. le général Morin, obéissant en cela à un véritable esprit scientifique, retira son rapport et annonça l'intention d'entreprendre, au Conservatoire des Arts et Métiers, une série d'expériences ayant pour but d'examiner à fond la question débattue[1].

Après une année consacrée à multiplier ses expériences, M. le général Morin, dans un nouveau rapport présenté à

1. Voir l'*Année scientifique*, 13e année, pages 286-296.

Digitized by Google

l'Académie, est venu confirmer ses premières assertions, non plus en se retranchant derrière les observations du médecin de Chambéry, mais en invoquant des faits précis, des expériences personnelles, qui mettent tout à fait hors de doute le fait de l'altération chimique de l'air par les poêles de fonte ou de fer.

La détermination qualitative et quantitative du gaz oxyde de carbone mêlé à l'air en petite quantité est un des problèmes les plus difficiles que puisse se proposer la chimie. M. le général Morin a donc cru devoir faire appel aux conseils de chimistes exercés, tels que MM. Fremy, Sainte-Claire Deville et Payen. Mais dans une question aussi complexe les investigations chimiques ne suffisaient pas; il fallait également invoquer le secours de l'expérimentation physiologique. Ici M. Claude Bernard est venu offrir au savant directeur du Conservatoire des Arts et Métiers le secours de ses connaissances spéciales.

De ce concours de lumières et d'efforts il est résulté, en définitive, un excellent rapport rédigé par M. le général Morin, qui établit avec évidence un point fondamental de l'hygiène publique, et qui doit avoir, il nous semble, des conséquences assez graves pour l'industrie du chauffage. On ne voit pas, après la démonstration désormais si bien établie du danger des poêles de fonte pour la santé publique, que l'industrie puisse continuer à fabriquer ces appareils d'après les anciens errements. Si les poêles de fonte ne doivent pas être à l'avenir absolument proscrits de nos demeures, de nos ateliers, des lieux de réunion, etc., du moins faudra-t-il apporter à leur construction une modification essentielle.

Mais arrivons à l'exposé sommaire des faits contenus dans le travail du savant académicien.

Les reproches que M. le général Morin adresse aux poêles de fonte, portent à la fois sur leurs effets chimiques, physiques et physiologiques.

En ce qui concerne le premier point, M. le général Morin rappelle, et confirme par une nouvelle expérience, ce

Digitized by Google

que MM. Sainte-Claire Deville et Troost avaient déjà établi. Les poêles de fonte, par la rapidité avec laquelle ils s'échauffent et atteignent la température rouge, ont le défaut d'élever considérablement la température de l'air, à une certaine distance de leur surface. M. Morin a constaté des excédants de 15 à 16 degrés sur la température extérieure, en se plaçant à un demi-mètre de distance d'un poêle de fonte, quand ce poêle n'était pas rouge; et des excédants de 21 à 23 degrés quand le même poêle était au rouge sombre.

Ces chiffres donnent la mesure de l'intensité de la chaleur que peuvent percevoir des ouvriers, des soldats, qui, rentrant après avoir été exposés au froid et à l'humidité, s'approchent pendant quelque temps d'un poêle en métal, chauffé au rouge. Ce danger et les graves inconvénients qui en résultent avaient été signalés de la manière la plus nette par l'illustre Larrey, dans ses *Mémoires de chirurgie militaire*, à l'occasion des grandes campagnes de 1807, 1810 et 1812. Larrey cite de nombreux cas d'asphyxie, qui, d'après M. Morin, n'auraient pas d'autre cause que la température trop élevée des poêles.

Nous rappelons, en passant, cet autre fait bien connu, que les poêles, de quelque matière qu'ils soient composés, ont l'inconvénient de ne produire aucun renouvellement d'air dans les pièces. Un poêle ventile 40 à 50 fois moins qu'une cheminée.

Les inconvénients des poêles métalliques, sous le rapport des effets purement physiques, sont donc bien établis.

Mais l'altération chimique, c'est-à-dire la viciation de l'air par suite de la production d'oxyde de carbone, tel est le reproche fondamental qu'on est en droit d'adresser aux poêles métalliques. C'était là aussi le point essentiel, comme le plus difficile, de la question qu'avait à examiner le général Morin.

Déjà, à l'occasion du Mémoire de M. le docteur Carret, MM. Sainte-Claire Deville et Troost avaient prouvé que

Digitized by Google

l'air, au contact de la surface extérieure d'un poêle de fonte, peut se charger d'une proportion d'oxyde de carbone, allant jusqu'à 7 dix-millièmes et même 13 dix-millièmes de son volume. Il s'agissait de doser exactement la proportion de ce gaz toxique dans l'atmosphère considérée, ensuite de reconnaître d'où pouvait provenir le gaz oxyde de carbone ainsi produit. M. Morin, avec le concours du préparateur des cours de chimie de l'École centrale, M. Urbain, a fait usage, pour reconnaître la présence de l'oxyde de carbone, du procédé qui consiste à faire passer l'air dans une dissolution de protochlorure de cuivre, dissous dans l'acide chlorhydrique. En opérant ainsi, M. Morin a trouvé des proportions d'oxyde de carbone de 14 dix-millièmes à 18 dix-millièmes environ du volume de l'air d'une pièce dans laquelle on entretenait la combustion d'un poêle de fonte.

Cependant ce procédé, excellent pour reconnaître la présence de l'oxyde de carbone dans l'air, ne donne pas une certitude suffisante comme moyen d'analyse quantitative. D'après les conseils de M. Claude Bernard, M. Morin a fait usage d'un artifice très-curieux et très-scientifique. Il a, en quelque sorte, concentré dans un organisme vivant le gaz toxique qu'il s'agissait de rechercher. Expliquons-nous. M. Morin a enfermé des lapins pendant trois jours dans une salle chauffée par des poêles en métal, à la température de 30 à 35 degrés. Après cet intervalle, il a recueilli le sang desdits lapins, et a cherché à doser exactement la proportion d'oxyde de carbone contenue dans ce sang. D'après ses expériences, 100 centimètres cubes du sang de ces animaux renfermaient de 1 centimètre cube à 1 centimètre et demi d'oxyde de carbone, sans parler d'une certaine quantité d'acide carbonique et d'oxygène qui existent normalement dans le sang.

Ainsi, dans cette expérience élégante, le corps d'un animal fonctionnait comme un moyen d'absorption et de concentration des gaz cherchés, et l'organisme vivant se montrait plus sensible et plus efficace que la méthode chimique,

Digitized by Google

pour saisir la fugitive substance qu'il s'agissait de retenir.

Cette expérience a été variée en faisant séjourner des lapins, non dans la pièce même chauffée par le poêle de fonte, mais sous une cloche dans laquelle on faisait arriver, au moyen d'un aspirateur, l'air provenant de la salle chauffée par le poêle. Ici, la température étant celle de l'air extérieur, on éliminait l'influence que pouvait avoir, dans un sens ou dans un autre, la température de 30 à 35 degrés de la salle chauffée.

100 centimètres cubes du sang des animaux placés dans ces conditions contenaient près de 2 centimètres cubes de gaz oxyde de carbone, après un séjour de 30 heures sous la cloche; et dans une autre expérience, environ 1 centimètre cube seulement du même gaz.

Il faut ajouter qu'en faisant les mêmes expériences avec des poêles en tôle de fer, et non de fonte, on n'a pas trouvé d'oxyde de carbone dans le sang des animaux examinés.

L'ensemble de ces expériences faites sur les animaux prouve que l'usage des poêles de fonte chauffés au rouge détermine dans le sang la présence de l'oxyde de carbone. Or, l'effet extrêmement toxique de l'oxyde de carbone sur l'écononomie animale est depuis longtemps connu. Ce gaz, quand il circule dans les vaisseaux, paralyse en quelque sorte les fonctions vitales des globules du sang; il leur ôte, en quelque sorte, la propriété de retenir l'oxygène, et par conséquent d'exercer la fonction chimique de la respiration, l'*hématose*. D'après les expériences citées par M. Morin, il suffit que l'air contienne 4 dix-millièmes d'oxyde de carbone pour que l'oxygène contenu dans le sang de ces animaux se trouve réduit de près de moitié, chassé, en quelque sorte, par le gaz étranger.

Ainsi, quelque faibles que soient les proportions d'oxyde de carbone qui se répandent dans l'atmosphère d'une salle chauffée par un poêle de fonte, si la ventilation est incomplète, — et c'est le cas général avec les poêles, — l'oxyde de carbone peut, à la longue, en chassant l'oxygène du

Digitized by Google

sang, causer une sorte d'asphyxie chez les personnes qui séjournent dans ce lieu. Les poêles de fer présentent, à un degré moindre, il est vrai, mais présentent aussi, d'après M. le général Morin, le même inconvénient.

Quelle est la véritable origine du gaz oxyde de carbone, qui se forme, d'une manière bien positive, on le voit, quand on fait usage de poêles de fonte et même de fer? MM. Sainte-Claire Deville et Troost ont cru pouvoir l'attribuer à la perméabilité de la fonte portée au rouge. A cette température, la fonte laisserait filtrer à travers sa substance une certaine portion d'oxyde de carbone. M. Coulier, professeur de chimie au Val-de-Grâce, a également admis, à la suite d'expériences particulières, la perméabilité de la fonte portée au rouge, mais en restreignant à des proportions véritablement insignifiantes la quantité du gaz ainsi transmis.

Nous n'avons jamais accepté qu'avec répugnance cette explication théorique de l'origine du gaz oxyde de carbone qui émane des poêles de fonte. Nous ne comprenons pas, en effet, comment, même en attribuant à la fonte la propriété étrange, anormale de se laisser traverser par un gaz, nous ne comprenons pas, disons-nous, comment, avec le tirage énergique du foyer d'un poêle allumé, le gaz oxyde de carbone, au lieu de suivre la voie toute simple et toute tracée du conduit de la fumée, pourrait se tamiser à travers les pores du métal. Le tirage doit infailliblement, selon nous, entraîner pêle-mêle tous les gaz qui s'exhalent du charbon incandescent.

M. le général Morin ne se prononce pas nettement sur cette question. Si, dans ses conclusions, il déclare que l'oxyde de carbone peut provenir « de plusieurs origines différentes et parfois concourantes, savoir, la perméabilité de la fonte par ce gaz, qui passerait de l'intérieur du foyer à l'extérieur », nous ne trouvons dans son mémoire aucune expérience qui autorise cette assertion. Aucune recherche spéciale ne paraît avoir été faite par le savant académicien

Digitized by Google

pour constater la réalité du phénomène extraordinaire dont il s'agit. Dans cette circonstance, M. le général Morin paraît donc s'en référer aux expériences de MM. Sainte-Claire Deville et Troost. Nous aurions mieux aimé qu'il eût abordé de front la difficulté, et que, par des constatations personnelles, il nous eût appris ce qu'il faut décidément penser du phénomène, si contestable et si contesté, de la perméabilité de la fonte.

Si M. le général Morin n'a apporté aucun éclaircissement nouveau sur le point fondamental de la question qui nous occupe, il faut reconnaître au moins qu'il a su éclairer d'un jour nouveau le phénomène pris en lui-même, de la production du gaz oxyde de carbone par une surface de fonte. Des expériences remarquables auxquelles il s'est livré, il résulte ce fait, à peine soupçonné jusqu'ici, que l'oxyde de carbone peut provenir de la décomposition de l'acide carbonique de l'air par une surface de fer portée au rouge.

On trouve dans le *Traité de chimie* de Thenard que le fer chauffé au rouge décompose l'acide carbonique, s'empare d'une partie de son oxygène et le transforme en oxyde de carbone. M. Payen a répété cette expérience dans son laboratoire, en faisant passer du gaz acide carbonique dans un tube de verre chauffé au rouge sombre, et qui contenait du fer pur. Le gaz recueilli au sortir de l'appareil a présenté tous les caractères distinctifs de l'oxyde de carbone, savoir : combustibilité avec coloration bleu pâle de la flamme, et absorption de 0,75 de son volume par le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique.

Dans une autre expérience, on a fait passer un courant d'air, tantôt sec, tantôt humide, sur des copeaux de fonte et sur des copeaux de fer ordinaire contenus dans un tube de fer chauffé au rouge sombre. Les gaz produits traversaient ensuite des tubes contenant du protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique. L'oxyde de car-

Digitized by Google

bone s'est formé assez abondamment dans cette expérience, car on a pu l'extraire de la dissolution de protochlorure de cuivre, et doser son volume.

Il est évident que ce qui se passe dans cette expérience de laboratoire doit se reproduire dans les poêles de fonte chauffés au rouge. L'acide carbonique, naturellement contenu dans l'air de la salle, ou celui qui provient de la respiration des personnes qu'elle renferme, est décomposé par le fer, et de là résulte de l'oxyde de carbone, qui reste mêlé à l'air de la pièce, toujours mal ventilée quand elle est chauffée par un poêle.

Il faut ajouter que les poussières organiques qui flottent dans l'air, et qui tombent sur la surface rougie du poêle, étant détruites par l'action du calorique, peuvent devenir également une cause de formation d'oxyde de carbone.

On voit, en résumé, que tous les effets nuisibles résultant de l'usage des poêles de fonte ne se manifestent que quand le métal est porté au rouge, et qu'ils sont la conséquence de la facilité avec laquelle la surface des poêles de métal peut atteindre cette haute température. M. le général Morin en conclut, avec raison, que l'on préviendrait du même coup tous les inconvénients et tous les dangers inhérents à cet appareil de chauffage, en empêchant le métal des poêles d'atteindre la température rouge. Il conseille donc de garnir l'intérieur du foyer du poêle, de briques ou de terre réfractaire, qui, par leur mauvaise conductibilité, préserveraient le métal de l'excès du calorique, l'empêcheraient d'atteindre la température rouge, et préviendraient, par conséquent, tous les fâcheux effets, tant physiques que chimiques, que nous venons d'énumérer.

Il ne reste plus qu'à persuader à nos fabricants de poêles, à nos fondeurs et à nos fumistes, de construire ces appareils de chauffage suivant le système recommandé par M. le général Morin, c'est-à-dire de les garnir, à l'intérieur, d'une enveloppe peu conductrice.

Digitized by Google

Malheureusement il n'est pas aussi facile que paraît le croire M. le général Morin, de recouvrir de terre ou de briques une surface de fonte qui doit être chauffée au rouge. La fonte ainsi placée au contact d'une terre argileuse se perce, par la formation de silicates fusibles. Les fumistes savent cela, les chimistes le comprennent ; mais M. le général Morin ne paraît pas y avoir songé. Le moyen qu'il propose pour obvier aux inconvénients des poêles de fonte ne pourra donc jamais, nous le disons à regret, s'introduire dans la pratique. Il faudra se contenter des poêles de fonte tels qu'ils existent, et suppléer à leur véritable défaut, qui est de produire une ventilation insuffisante, en ouvrant une large issue à la ventilation ; en termes plus simples, en laissant une porte ouverte.

Voilà comment une discussion profondément scientifique au fond aboutit à une conclusion pratique des plus vulgaires.

9

Observations sur les dangers des poêles en fonte.

Comme appendice à l'article qui précède, nous apporterons ici, concernant l'insalubrité des poêles en fonte, l'opinion d'un homme qui a beaucoup vu et réfléchi par lui-même sur la question du chauffage, de M. Ch. Joly, auteur d'un excellent ouvrage sur le *Chauffage*, publié en 1869.

M. V. Ch. Joly a publié dans la *Revue d'architecture* un article que nous citerons textuellement, parce qu'il nous paraît résumer la question avec impartialité.

« D'après les discussions qui sont consignées dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, en date du 3 mai dernier, il serait, dit M. Ch. Joly, prouvé que les poêles en métal *porté au rouge* peuvent donner lieu à une formation d'oxyde de car-

Digitized by Google

bone, gaz éminemment toxique, et que cette formation peut provenir :

1° De la perméabilité de la fonte par le gaz qui passerait de l'intérieur du foyer à l'extérieur;

2° De l'action de l'oxygène de l'air sur le carbone de la fonte;

3° De la décomposition de l'acide carbonique de l'air par son contact avec le métal;

4° De l'influence de l'acide carbonique formé par la respiration et par les poussières ou miasmes organiques en suspension dans l'air.

Voilà pour les récentes données de la théorie.

Pour résoudre la question d'une manière pratique, nous devons examiner à la fois les points suivants :

1° Il faut se rappeler que l'air agit sur notre organisme de plusieurs manières : d'abord par sa température, par sa composition, ensuite par son degré de pureté, et enfin par son degré d'humidité.

2° Il faut tenir compte de la nature et du mode de construction des appareils de fonte employés, du degré de ventilation des pièces où on fait le feu, de la position du départ de fumée, du tirage de la cheminée, etc.

Dans mon opinion, le mauvais effet des poêles de fonte tient à diverses causes que je vais succinctement examiner. On a fait à cette pauvre fonte un procès qu'il faut absolument éclaircir. On lui a fait l'honneur de causer des fièvres typhoïdes ou intermittentes, des ataxies catarrhales, etc., qui proviennent de toute autre cause. Sans doute, les surfaces céramiques, comme moyen de transmettre la chaleur, sont excellentes ; mais leur mauvaise conductibilité, qui est une qualité en Suède ou en Prusse où le chauffage est permanent, devient un grand inconvénient dans d'autres climats. De même, pour le chauffage des serres, l'eau qui emmagasine la chaleur pour la nuit est un bon moyen à employer quand la température d'un lieu doit être constante ; mais, dans beaucoup de cas, comme pour le chauffage domestique, un moyen d'action plus prompt est indispensable. Que la fonte soit perméable aux gaz, surtout lorsqu'elle est chauffée au rouge, rien de plus naturel. Son examen au microscope la fait voir parfaitement poreuse, tandis que le fer, sous forme de tôle, soumise au laminoir, reçoit dans la disposition de ses molécules une modification qui en diminue évidemment la porosité. Tout cela est admissible, mais là n'est pas la vraie et la seule cause du mal qu'on attribue à la fonte par le chauf-

Digitized by Google

fage; ces causes sont nombreuses et il faut les chercher ailleurs.

D'abord, dans la plupart des appareils usités, la proportion du foyer avec les surfaces de transmission n'est pas observée, en d'autres termes, jamais, si ce n'est dans les appareils Weibel, à nervures nombreuses, la cloche qui reçoit le combustible n'est en harmonie avec les surfaces destinées à transmettre la chaleur, surtout si l'on brûle de la houille. Il en résulte que, sur un point donné du foyer, il y a un développement énorme de chaleur insuffisamment ou trop lentement transmise aux autres parties de l'appareil. De là des dilatations inégales dans les fissures ou les joints imparfaits qui laissent passer les produits de la combustion, c'est-à-dire ses gaz délétères. La preuve en est dans le noircissement des plinthes au voisinage des bouches de chaleur de nos appartements.

A ce premier défaut il y a plusieurs remèdes: ainsi, on peut proportionner la surface du foyer aux surfaces de transmission, et surtout, comme dans l'appareil Weibel, recevoir le coup de feu dans une cloche *intérieure*, garnie de briques réfractaires, puis entourer le foyer ou l'appareil d'une double enveloppe qui établisse à l'entour un courant d'air très-rapide. C'est ici le cas de remarquer que si le tirage de la cheminée est convenablement réglé, il n'y a aucune raison pour que les gaz brûlés passent de l'intérieur du foyer à l'extérieur; c'est le contraire qui devrait avoir lieu, à cause des différences de température.

Voyons le second défaut des poêles de fonte. C'est celui de tous les poêles, en général, et on l'a dit cent fois : ils utilisent quelquefois jusqu'à 90 pour 100 de la chaleur produite par la combustion, mais comme le tuyau de fumée est généralement très-étroit, ils produisent de la chaleur sans ventilation; c'est le contraire de nos cheminées, qui produisent de la ventilation sans chaleur.

Ici encore le remède est facile : ou bien il faut faire servir le tuyau de fumée à renouveler l'air de l'appartement par des appels convenablement placés, on comprend alors qu'on utilisera moins le combustible ; ou bien il faut établir dans la pièce des moyens accessoires de ventilation, moyens proportionnés au nombre des personnes présentes, à la température ou à la dimension de la pièce, etc.

En troisième lieu, on a reproché aux poêles de fonte de causer des maux de tête.

Rien de plus naturel : les symptômes éprouvés par tout le monde sont ceux qu'on ressent sous l'influence d'un air dessé-

Digitized by Google

ché à l'excès. Cet air, pour être respirable et normal, doit renfermer, outre l'azote et l'oxygène, une certaine quantité d'eau à l'état de vapeur. L'absence de cette vapeur détermine de la sécheresse à la gorge, des maux de tête chez les uns, de la lassitude et de l'abattement chez les autres, suivant l'âge et la disposition de chacun. La peau et les voies respiratoires doivent suppléer à ce manque d'humidité de l'air : de là ce malaise indéfini plus ou moins ressenti par tous.

Ici encore le remède est facile : des surfaces d'évaporation d'eau en quantité convenable doivent toujours accompagner un appareil en fonte, à moins que cet appareil ne soit placé dans une antichambre ou un escalier où le renouvellement de l'air est fréquent et abondant.

En quatrième lieu, les poêles de fonte surchauffés ont pour effet de brûler et de carboniser tous les ferments, les molécules organiques et les produits de la respiration animale en suspension dans l'air, surtout dans l'air des villes. Il y a là des millions de cadavres microscopiques qui nous empoisonnent par la respiration et qui, dans mon opinion, jouent un très-grand rôle dans les maladies observées lors de l'emploi des poêles de fonte. J'ai dit en premier lieu ce qu'il y avait à faire : proportionner la surface du foyer avec la dimension de l'appareil, procurer une grande quantité d'air élevée à une moyenne température ; puis, faire introduire dans la double enveloppe dont j'ai parlé, de l'air pris à l'extérieur dans un lieu sain et destiné à renouveler celui de la pièce.

J'ajouterai que jamais dans les poêles on ne doit mettre de clef ou de registre au-dessus du foyer, soi-disant pour régler le tirage : cette clef doit toujours être en dessous, à l'arrivée de l'air, c'est-à-dire de l'élément de la combustion. Les gaz brûlés doivent toujours avoir un libre passage à l'extérieur.

En résumé, les poêles de fonte peuvent donner un chauffage salubre, s'ils réunissent les conditions suivantes :

1° Il faut que le foyer soit en harmonie avec les surfaces de transmission et que, par sa disposition, il ne soit, dans aucun cas, porté au rouge dans ses parties exposées au contact de l'air de la pièce.

2° Il faut que le passage de fumée soit libre et d'un diamètre proportionné au foyer ainsi qu'au degré de ventilation que ce dernier doit procurer en même temps que le chauffage de la pièce.

3° Il faut accompagner l'appareil d'une surface d'évaporation qui maintienne l'atmosphère à un degré d'humidité convenable.

Digitized by Google

Que l'on prenne les précautions que nous indiquons et l'on verra disparaître les inconvénients de la fonte, qui, dans une foule de circonstances, par son bon marché, par les formes variées qu'elle permet, par son grand pouvoir conducteur, offre aux constructeurs des ressources que rien jusqu'à présent n'a pu remplacer. »

10

La liqueur d'absinthe et ses effets. — Son influence toxique prouvée par des expériences sur des animaux.

Il est une autre question d'hygiène publique, qui était également contestée, et qui a reçu une solution sans réplique: il s'agit des effets désastreux qu'exerce sur l'économie animale la liqueur d'absinthe. Quelques physiologistes ont prétendu, avec preuves plus ou moins sérieuses à l'appui, que l'alcool est la seul cause des accidents funestes qu'entraîne l'usage de l'absinthe. Selon d'autres physiologistes, l'espèce d'épilepsie qui est la conséquence de l'ingestion habituelle de l'absinthe, devrait être uniquement attribuée à l'essence de la plante. Deux jeunes médecins, MM. Magnan et Bouchereau, ont voulu avoir le cœur net de cette question, et ils ont fait sur des animaux des expériences comparatives dont les résultats sont vraiment frappants.

L'alcool et l'absinthe sont les deux éléments essentiels de la liqueur d'absinthe, car les essences d'anis, de badiane, d'angélique, de mélisse, de fenouil et de *calamus aromaticus*, qui entrent, avec l'alcool et l'absinthe, dans la composition de cette liqueur, sont tout à fait insignifiantes au point de vue de l'action physiologique. Mais l'expérience suivante, dont MM. Magnan et Bouchereau ont rendu témoins les membres de la Société thérapeutique de Paris, prouve quelle est, de l'alcool ou de l'essence pure, la substance vraiment active de ce dangereux breuvage.

Digitized by Google

On place sous une cloche de verre un cochon d'Inde, avec une soucoupe remplie d'essence d'absinthe, de manière à forcer l'animal enfermé sous la cloche à respirer l'air mêlé de ces vapeurs. Au bout de très-peu de temps, le cochon d'Inde tombe sur le flanc et est pris d'une véritable attaque d'épilepsie. Ses petits membres s'agitent, en proie à des mouvements convulsifs, et une bave écumeuse couvre son museau. Après cette violente crise nerveuse, l'animal, retiré de la cloche, reste longtemps triste et abattu.

Un chat, puis un lapin, soumis à la même expérience, présentent le même phénomène, c'est-à-dire éprouvent une subite et véritable attaque d'épilepsie.

Maintenant, si l'on place, sous une autre cloche semblable, un autre cochon d'Inde, un autre chat, un autre lapin, avec une soucoupe contenant non de l'absinthe, mais de l'alcool pur, on voit tout autre chose. Au bout de quelque temps, l'animal s'agite, puis il chancelle et tombe, mais il n'éprouve aucune agitation convulsive. L'alcool l'a enivré, mais il n'a provoqué chez lui rien qui ressemble à l'épilepsie.

Cette expérience est parfaitement démonstrative, et il serait à désirer que tous les buveurs d'absinthe en fussent les témoins. Elle met en évidence les pernicieux effets de la liqueur d'absinthe, et prouve que ce n'est pas sans raison qu'on lui reproche de conduire à l'épilepsie. Elle établit, en outre, que ce n'est point, comme on l'a dit, l'alcool qui produit cet effet funeste, mais bien l'essence même de l'absinthe.

Depuis longtemps d'ailleurs les médecins aliénistes considèrent l'abus de l'absinthe comme une des causes les plus directes et les plus fréquentes de l'épilepsie.

Digitized by Google

11

De la préparation des jouets d'enfants à l'aide de substances toxiques.

Nous avons déjà appelé l'attention de nos lecteurs sur les graves dangers que présentent pour l'enfance les bonbons colorıés et les pains à cacheter. Comme si ce n'était pas assez de ces deux causes permanentes d'intoxication, certains industriels en ont introduit une troisième, aussi menaçante, aussi immédiate que les premières: c'est l'empoisonnement par les jouets et par les boîtes de couleurs destinées à l'enluminure des dessins.

On signale en effet chaque année des accidents d'empoisonnement par les couleurs des jouets que l'on donne aux jeunes enfants et qu'ils portent imprudemment à la bouche.

On a reconnu en France, en Angleterre, en Prusse, en Saxe, que certains jouets coloriés en vert doivent cette teinte à des sels d'arsenic et de cuivre; que d'autres renferment du jaune de chrome, du blanc d'argent, de la gomme-gutte, du sulfure de mercure, et que c'est à ces divers produits qu'il faut rapporter les accidents et les maladies dont quelques enfants ont été atteints. Les boîtes de couleurs sont également devenues, en plusieurs occasions, une cause d'accidents pour les enfants. L'administration devait donc se préoccuper de cette question, qui est en ce moment à l'étude.

M. A. Chevalier, membre du Conseil de salubrité du département de la Seine, qui vient de publier un travail sur ce sujet, demande que l'administration fasse pour les jouets d'enfants ce qu'elle a déjà fait pour la coloration des sucreries, c'est-à-dire qu'elle indique la nature des couleurs que les fabricants doivent employer et celles qu'ils doivent écarter. Il est certain que l'on peut obtenir, avec des cou-

Digitized by Google

leurs inoffensives, les mêmes résultats qu'avec des couleurs toxiques. Seulement, il faudra veiller à ce que cette mesure, si elle est acceptée, ne soit pas neutralisée par l'importation des jouets fabriqués à l'étranger, qui sont peints avec des matières nuisibles.

Nous reproduisons ici le travail de M. Chevalier.

« Parmi les dangers qui menacent l'enfance, dit le savant hygiéniste, on doit placer en première ligne celui qui résulte de l'ignorance ou de l'insouciance de certains parents, qui laissent entre les mains de leurs enfants des objets divers, que ceux-ci portent souvent à leur bouche, objets qui peuvent être la cause d'accidents et avoir les suites les plus graves.

On sait qu'à une certaine époque ces intéressantes créatures furent exposées, par l'ignorance de certains fabricants, à être les victimes d'empoisonnements déterminés par les couleurs qui servaient à donner aux sucreries coloriées un aspect plus agréable. On peut citer des constatations faites à Paris, à Lyon, à Épinal, à Rouen, à Évreux, à Meissen (Saxe), à Berlin (Prusse), à Londres (Angleterre); elles firent connaître que de certains bonbons colorés en vert devaient leur coloration à l'arsenic et au cuivre; que d'autres renfermaient du cuivre, du jaune de chrome, du blanc d'argent, de la gomme-gutte, du sulfure de mercure, et que c'était à ces divers produits qu'il fallait rapporter les accidents et les maladies dont avaient été atteints divers enfants. L'administration, éclairée sur la nature de ces accidents, prit des précautions convenables, et depuis cette époque les établissements de confiseurs, de pastilleurs, de distillateurs ont été soumis à des visites, et les couleurs maintenant employées sont des couleurs salubres et qui n'offrent pas de danger.

Une seconde cause d'accidents est celle qui résulte de l'usage d'employer pour envelopper les substances alimentaires, les sucreries coloriées, des papiers qui sont achetés par des marchands qui, ne connaissant pas la nature de ces papiers, ne conçoivent pas la conséquence de l'emploi des papiers toxiques; souvent ces papiers sont jetés par terre, et ramassés par les enfants qui les portent à leur bouche; ou bien encore les parents, afin que les enfants ne se salissent pas les mains, déchirent une portion du papier-enveloppe pour entourer une partie de bonbon destiné à l'enfant, qui suce ainsi à la fois et la matière sucrée et la matière colorante toxique du papier.

Digitized by Google

On cite l'accident d'un enfant empoisonné parce que sa mère avait enveloppé une tablette de chocolat qu'elle lui faisait porter à la bouche avec du papier arsenical, du papier vert qui avait servi d'enveloppe au chocolat.

L'administration a cherché à prévenir les accidents résultant de l'emploi de ces papiers, en défendant par une ordonnance d'envelopper des substances alimentaires dans les papiers colorés ou coloriés par des substances toxiques, en publiant une instruction qui permet de les reconnaître ; mais quoique les membres du conseil d'hygiène publique et de salubrité aient apporté tous leurs soins à rendre cette ordonnance et l'instruction qui la suit compréhensibles, on n'improvise pas des chimistes, et l'on sait que la pratique est nécessaire pour mettre à exécution ces instructions théoriques.

L'administration rencontre encore des difficultés qui proviennent des fabricants de papiers; ceux-ci, que l'ordonnance n'atteint pas directement, livrent encore aux marchands, contrairement à la volonté de ces derniers, des papiers qui sont prohibés par l'ordonnance de police.

On dira, il est vrai, qu'on peut faire faire au contrevenant un procès-verbal, et que celui-ci aura recours contre son vendeur; mais là existe un grave danger pour le confiseur; du papier étant saisi, le détenteur est traduit devant les tribunaux, puis condamné; il peut avoir recours contre son vendeur, mais ce recours empêchera-t-il le tort que la condamnation aura causé à son établissement qui est discrédité? Le marchand de papiers sera-t-il condamné à une somme assez forte pour l'indemniser de tout le dommage qui lui aura été causé?

On a dit, il est vrai, que l'on ne pouvait pas interdire aux marchands de papiers la préparation et la vente de papiers colorés par des substances toxiques, que ces papiers pouvaient servir à envelopper toute autre marchandise que des substances alimentaires; mais ce dire ne peut s'appliquer au marchand de papiers qui livre sa marchandise au confiseur, qui la livre souvent découpée de telle manière qu'elle ne peut servir qu'à envelopper des matières sucrées, qu'elle porte souvent des impressions indiquant la nature de la marchandise; il nous semble que, dans ce cas, c'est le marchand de papiers qu'il faut poursuivre et non le confiseur.

On a dit encore que, dans certains départements, l'enveloppement des substances alimentaires, des sucreries coloriées

Digitized by Google

dans des papiers colorés par des substances toxiques, le papier coloré par le vert de Schweinfurt particulièrement, était toléré; si cela est vrai, c'est que dans ces départements l'attention de l'administration n'a pas été éveillée sur ce point; c'est aux membres des conseils d'hygiène qu'il faudrait s'en prendre, car c'est à eux que l'administration a confié l'examen de tout ce qui peut être nuisible à la santé des populations.

Une troisième cause de dangers pour les enfants, c'est l'achat que font les parents de certaines boîtes de couleurs destinées à l'enluminage des dessins.

Ces couleurs présentent de graves dangers, et nous les avons signalés dans divers écrits; nous faisions connaître : 1° divers accidents que nous avions observés; 2° un cas d'empoisonnement par ces couleurs, constaté à Berlin, par le docteur Lewinsten; 3° un cas d'empoisonnement observé en février 1843, sur un enfant appartenant à M. B....., demeurant alors rue Croix-des-Petits-Champs; 4° enfin des cas observés dans des pensions. Le fait le plus grave est celui du fils du concierge du grand théâtre de Lyon, qui s'empoisonna avec les couleurs qui se trouvaient dans une boîte qui lui avait été donnée pour ses étrennes. Tous les secours de l'art furent inutiles.

D'habiles fabricants, instruits de tous ces malheurs, MM. Duret et Bourgeois, ont trouvé des procédés à l'aide desquels ils préparent des couleurs salubres, qui ne peuvent être la cause d'accidents; mais réussiront-ils à faire le bien? Le cas est douteux, car, ayant examiné cette année des couleurs achetées dans ces boutiques improvisées en si grand nombre chaque année au 1er janvier, nous avons reconnu que ces couleurs contenaient des poisons très-actifs, notamment la gomme-gutte, le vert de Schweinfurt.

Nous ne savons si, plus tard, le procédé Duret et Bourgeois l'emportera; ce serait un bienfait sous le rapport de la salubrité.

La quatrième cause de dangers, cause qui est la plus grave, est celle de la coloration des jouets d'enfants à l'aide de substances toxiques, particulièrement du vert de Schweinfurt, de l'oxyde rouge de plomb, du sulfure d'arsenic. Ces produits donnent lieu à des colorations qui frappent l'œil; elles sont adoptées de préférence, et si l'on examine des jouets vendus à Paris, on voit qu'elles l'emportent sur toutes les autres.

Digitized by Google

Déjà le danger qui résulte de l'usage de ces jouets a été signalé, et l'on peut citer les graves accidents dont a été atteint l'enfant de M. V.... qui s'était empoisonné avec le vert de Schweinfurt formant la couleur verte, dont était peint un petit tonneau de porteur d'eau; l'enfant fut très-gravement atteint, et il ne dut son salut qu'à l'habileté du médecin, qui reconnut la cause du mal et fit usage de remèdes efficaces; la mort, à Bordeaux, d'un enfant de trois ans qui succomba après 75 jours de maladie. Cet enfant s'était empoisonné en jouant avec un bateau chinois, peint avec le vert de Schweinfurt.

Nous ne savons comment il se fait que d'autres accidents n'aient pas été signalés à l'autorité, car nous avons vu des enfants qui jouaient avec de ces objets achetés à bas prix, avoir les mains barbouillées de jaune, de rouge et de vert; ces enfants, selon nous, étaient exposés à des accidents plus ou moins graves.

Nous rappellerons ici que ce n'est pas la première fois que des dangers dus à la coloration des jouets d'enfants sont signalés. En 1801, le landgrave de Hesse-Cassel défendit dans ses États la vente de jouets d'enfants dans la préparation desquels on aurait fait usage de substances toxiques; on signalait nominativement les préparations de plomb et de cuivre; il n'était point fait mention des préparations d'arsenic et de cuivre, d'orpiment, qui sont les plus dangereuses.

Cette interdiction se justifie d'elle-même, car on sait : 1° que les enfants ont toujours les mains humides, et que cette humidité peut dissoudre les matières qui tiennent en suspension les matières colorantes; 2° qu'ils portent continuellement les mains au visage et à la bouche; 3° que l'Académie de médecine, consultée, avait répondu que la vente des jouets d'enfants coloriés par les composés de cuivre, de plomb, par l'orpiment (à cette époque on n'employait pas le vert arsenical), devait être défendue avec d'autant plus de raison que les couleurs toxiques peuvent être remplacées par les couleurs végétales non toxiques.

Convaincu que les parents ne font pas tout ce qu'ils doivent faire pour soustraire leurs enfants aux accidents qui peuvent être dus aux jouets qu'ils laissent entre les mains de leurs enfants, nous avons cru en devoir étudier la fabrication; nous avons consulté un homme habile, qui quelquefois n'était pas très-aimable pour nous, s'imaginant sans doute que nous pouvions être nuisible à son commerce et à ses intérêts, mais qui

Digitized by Google

nous a donné d'excellents renseignements, renseignements qui, mis à profit, pourraient faire cesser le danger. Il est vrai de dire que le jouet serait d'un prix un peu plus élevé; mais le danger n'existerait plus, la santé des enfants serait protégée.

Des renseignements fournis par cet honorable fabricant, renseignements que nous avons dû examiner, que nous avons fait contrôler, que nous avons contrôlés nous-mêmes en expérimentant, il résulte pour nous que dans la fabrication des jouets d'enfants quatre procédés sont mis en pratique pour la fixation des couleurs qui enjolivent ces objets.

Dans le premier de ces procédés, les couleurs sont fixées sur les jouets à l'aide de la colle de pâte; on conçoit qu'au contact de l'eau, de l'humidité des mains, les couleurs se détachent, et qu'alors elles peuvent salir les mains des enfants et donner lieu à des accidents. Dans le second, les couleurs sont fixées sur les jouets à l'aide de la colle de peau; dans ce cas, la couche appliquée peut se détremper à l'eau et présenter du danger pour les enfants. Dans le troisième, les couleurs sont délayées dans une solution de colle de peau; lorsque la couche de peinture est séchée, on applique sur cette couche un enduit fait avec du vernis préparé à l'esprit-de-vin; ce vernis préserve de l'humidité la couche de peinture fixée sur le jouet.

La couleur donnée par ce procédé résiste assez bien; elle ne se détache que par un frottement prolongé; elle n'est point altérée par le contact de l'eau, ni par celui des matières sucrées.

Dans le quatrième procédé, les couleurs sont délayées dans une solution de colle de peau, puis recouvertes après dessiccation d'une couche de vernis gras.

Le dernier mode de faire est assurément le meilleur; il exclut le danger; mais il est peu souvent employé, par la raison que les jouets préparés par ce mode de faire exigent un laps de temps plus considérable pour la dessiccation des couches de peinture, que n'en exigent et les préparations de colle et les applications de colle et de vernis à l'esprit-de-vin.

On conçoit, me disait un fabricant, que nos ouvriers n'ont pas de locaux très-étendus, et qu'il y aurait encombrement en raison du temps exigé par la dessiccation de la peinture.

Un cinquième procédé consiste à enduire le jouet d'une peinture à la colle, et de recouvrir cette couche par de la peinture à l'huile, puis par un vernis gras. Ce mode de faire n'est mis en usage que pour les jouets d'un prix assez élevé, son emploi

Digitized by Google

augmente le prix de fabrication; il exige un temps plus considérable, mais il présente toute sécurité.

Le fabricant nous disait que la peinture d'un jouet par ce dernier procédé exigeait un laps de temps d'au moins quatre jours, employés et à la mise en couleur et à la dessiccation.

La coloration des jouets en métal, zinc, plomb, fer-blanc, se fait à l'aide d'un vernis gras; les jouets préparés par ce mode de faire ne présentent aucun danger.

Nous nous sommes demandé si l'administration ne pourrait pas faire pour les jouets d'enfants ce qu'elle a fait pour la coloration des sucreries coloriées : ce serait d'indiquer la nature des couleurs qui pourraient être employées, celles qui devraient être éliminées. L'indication de ces couleurs serait le sujet d'études spéciales. En effet, on obtiendrait facilement des couleurs bleues à l'aide du bleu de Prusse, de l'outremer factice; des couleurs jaunes à l'aide de l'ocre, de diverses laques, du chromate de zinc; des blancs salubres avec de l'oxyde de zinc et du carbonate de chaux; des rouges et des bruns avec des laques et avec l'ocre; des verts avec le bleu de Prusse et les laques jaunes.

Les couleurs interdites seraient le blanc de céruse, les oxydes jaunes et rouges de plomb, les verts arsenicaux, les préparations de cuivre, le chromate de plomb, la gomme-gutte, l'orpiment.

On conçoit que, si l'on s'occupait de la coloration des jouets d'enfants sous le rapport de l'hygiène publique, il faudrait aussi s'assurer que les jouets qui nous sont expédiés de l'étranger sont ou non coloriés par des substances toxiques, et, dans le cas où il y aurait danger, ne pas les admettre à l'entrée.

Nous rappellerons, à ce sujet, la communication faite au *Journal de médecine de Bruxelles* par M. Dumont, pharmacien à Boussu, communication par laquelle il faisait connaître qu'un enfant de six mois que l'on faisait jouer avec une poupée fut, le 21 juin, atteint d'accidents graves dus à un empoisonnement qui fut reconnu provenir de ce que la poupée était peinte à la céruse, et que la petite fille avait, en embrassant son jouet, détrempé la couleur fixée sur la poupée, et avalé une petite quantité de sel de plomb.

L'enfant ne succomba pas, mais elle fut en danger.

Là se termine ce que nous voulions dire sur un sujet grave, qui mérite d'attirer l'attention de tous ceux qui s'occupent d'hygiène publique. »

Digitized by Google

Comme on vient de le voir, un intérêt de premier ordre, la conservation de la santé et de la vie des jeunes enfants, commande aux comités d'hygiène publique les mesures les plus énergiques pour empêcher la circulation et la vente de tous les objets recouverts de couleurs de nature suspecte. Dans la plupart des cas, il est vrai, l'ingestion des snbstances dangereuses n'est pas assez abondante pour occasionner la mort: l'état pâteux et le mauvais goût des couleurs oblige l'enfant à les rejeter; mais presque toujours les conséquences sont sérieuses et amènent des perturbations durables dans ces frêles organisations.

12

Emploi du sodium contre les effets délétères du mercure

On connaît les fâcheuses influences qu'exerce le mercure sur la santé des ouvriers des fabriques de glaces. D'après des observations récentes, ce métal ne serait pas moins nuisible par sa poussière que par ses vapeurs.

Une découverte de M. Crooks fournit le moyen d'atténuer l'action des poussières de mercure; il suffit d'ajouter au mercure 1/2 pour 100 de sodium. Cette recette a déjà été essayée avec succès dans plusieurs établissements, et il y a lieu d'engager sérieusement les fabricants de glaces à travailler avec du mercure additionné de sodium.

13

Le cidre traité par le sulfate de chaux.

Depuis quelques années, on se sert, au moment de la fermentation du vin et du cidre, de sulfate de chaux, pour empêcher que le vin ne tourne ou devienne acide. Le vin ou cidr devient bientôt clair et très-agréable au goût. Cepen-

Digitized by Google

dant il arrive que généralement on se plaint, au bout d'un certain temps, de maux d'estomac, de la perte de l'appétit, etc.; cela est naturel. Il se forme dans le cidre ainsi conservé du sulfate de chaux qui s'y dissout en quantité notable.

D'après M. le docteur E. Stieren, dans un litre de cidre ainsi préparé, l'analyse montre près de trente centigrammes de sulfate de chaux.

Digitized by Google

PHYSIOLOGIE ET MÉDECINE.

1

Instruments servant à mesurer la vitesse des perceptions et de la pensée.

Par des études toutes spéciales et des instruments nouveaux, on est arrivé à mesurer la vitesse de la pensée. Toutefois les noms de ces instruments sont véritablement barbares. Jugez plutôt : l'un s'appelle le *noématachographe*, l'autre le *noématachomètre;* celui-ci mesure, celui-là écrit. Mais ne nous laissons pas rebuter par ces vocables, et abordons la description de ces instruments, inventés par M. Donders.

Le *noématachographe* est un appareil enregistreur ordinaire, composé d'un mouvement d'horlogerie qui donne à un cylindre une rotation rapide. La surface de ce cylindre a été noircie à la fumée et reçoit les traces d'une barbe de plume, fixée à un diapason vibrant, qui y dessine une ligne sinueuse. On connaît la note donnée par le diapason, par conséquent le nombre de vibrations correspondant pour une seconde, nombre qui est égal à celui des ondulations de la ligne sinueuse. Donc chaque ondulation représente une fraction de seconde extrêmement petite et qui peut atteindre un cinq-centième de seconde.

C'est à l'aide de cet appareil que nous allons savoir le temps mis par le cerveau à percevoir l'impression produite sur un de nos sens, ouïe, vue ou toucher. On dispose l'ins-

Digitized by Google

trument de manière que le phénomène qui impressionne, c'est-à-dire un signal visible, une explosion, etc., onduleuse, s'écrive par un trait, sur le cylindre noirci, à côté de la ligne, au moment même où il se produit. De son côté, le sujet soumis à l'expérience, aussitôt l'impression ressentie, presse d'un léger mouvement du doigt une détente, qui marque un nouveau trait sur le cylindre tournant. Ces deux traits sont séparés par des ondulations dont le nombre indique, en fractions de seconde, le temps écoulé depuis le phénomène jusqu'à l'impression, ce qui est le temps pendant lequel se sont accomplis les trois actes suivants : transmission de l'impression au cerveau, réaction du cerveau, transmission de la volonté aux muscles. De ces trois actes, il en est un, l'acte volontaire, qui reste toujours semblable à lui-même. D'où l'on voit qu'on peut, en variant l'expérience, arriver à trouver le rapport des vitesses de transmission de sensations lumineuses, tactiles ou acoustiques.

La solution d'un dilemme dans le genre de celui que nous allons exposer exige plus de temps que la simple réaction à une excitation simple : la lumière dont l'éclat doit impressionner change de couleur, et suivant qu'elle sera blanche, rouge ou verte, la main doit donner un signal de réponse; la durée nécessaire pour l'acte d'une distinction à faire est donnée par la différence dans les deux expériences.

Le *noématachomètre* sert, selon l'expression de M. Donders, « à mesurer le temps d'une pensée simple, » une pensée d'antériorité telle que celle-ci : une sensation lumineuse et une sensation acoustique arrivent presque en même temps au cerveau; laquelle a précédé l'autre? Ces deux sensations sont produites par un poids qui en tombant frappe un timbre et détermine une étincelle presque dans le même temps. En faisant varier à volonté l'intervalle entre le son du timbre et l'éclat de l'étincelle, M. Donders arrive par tâtonnement à trouver l'espace nécessaire pour que l'esprit décide l'antériorité d'une impression sur l'autre.

Digitized by Google

L'inventeur dit être ainsi arrivé à connaître le temps exigé pour une pensée simple.

2

Effets physiologiques de l'ascension sur les montagnes.

On trouve dans les ouvrages classiques de physiologie la description de l'influence qu'exerce sur l'organisme l'ascension à de grandes hauteurs. En rapprochant les unes des autres les différentes relations des voyageurs qui ont fait des ascensions importantes, tout en observant les phénomènes physiologiques qui se passaient en eux, on a résumé, à peu près comme il suit, les principales modifications qui surviennent alors dans l'organisme : respiration plus fréquente et s'exerçant avec peine, augmentation considérable des mouvements du pouls, mal de tête et tendance au sommeil, soif, manque d'appétit, marche pénible, rapide épuisement des forces.

Mais dans la description de ces phénomènes on a confondu ce qui arrive pendant les ascensions aérostatiques et ce que l'on observe dans la marche pure et simple, le long de la pente des montagnes. Le raisonnement indique que ces deux cas ne peuvent être confondus dans un même système d'appréciation. Il montre aussi que le cas de la marche sur les montagnes doit être plus compliqué que celui de l'ascension dans un aérostat. Il y a en effet à tenir compte, dans le premier cas, des efforts musculaires exigés par la marche et des mouvements physiologiques qu'entraîne la locomotion.

C'est ce dernier ordre de faits qu'a étudié un de nos jeunes médecins, M. le docteur Lortet, pendant deux ascensions qu'il a faites, les 17 et 26 août 1869, des plus hautes cimes du mont Blanc.

La relation de M. Lortet, adressée à l'Académie des sciences, a le grand avantage de donner le résultat d'obser-

Digitized by Google

vations très-précises faites au moyen des instruments délicats et nouveaux dont se trouve en possession aujourd'hui la physiologie expérimentale.

Les instruments d'observation dont M. Lortet a fait usage pendant son ascension au mont Blanc, sont l'*anapnographe* de MM. Bergeen et Kostus, le *sphygmographe* de M. Marey, ainsi que des thermomètres *maxima* à bulle d'air et à index pouvant donner un centième de degré.

Voici le résultat des observations que l'auteur a faites sur lui-même, à l'aide de ces instruments, concernant la variation qu'ont subie à différentes altitudes la respiration, la circulation du sang et la température du corps.

De 1050 à 3932 mètres, les troubles de la respiration ont été peu marqués. Les mouvements respiratoires, qui étaient de 24 par minute, ont été à peine modifiés. Mais de 3932 à 4810 mètres (du grand plateau du mont Blanc au sommet de la montagne), M. Lortet a constaté 36 mouvements respiratoires par minute. La respiration était courte et très-gênée; les côtes étaient comme serrées dans un étau. Arrivé au sommet de la montagne, et après deux heures de repos, ces malaises disparurent petit à petit; les mouvements de la respiration redescendirent à 25 par minute; seulement la quantité d'air inspirée et expirée était beaucoup moindre que dans la plaine.

La circulation du sang a été extrêmement accélérée. Dans la plaine, le pouls de l'expérimentateur bat ordinairement 64 fois par minute; en montant de la vallée de Chamonix au sommet du mont Blanc, ce chiffre s'est élevé progressivement à 80, 108, 116, 128, 136, et enfin, en montant la dernière arête, à 160 par minute. Le pouls était fébrile, rapide et très-faible. L'artère semblait presque vide. La moindre pression arrêtait dans le vaisseau le courant sanguin. A partir de 4500 mètres, les veines des mains, des avant-bras et des tempes se gonflèrent, et il se manifesta une lourdeur de tête et une somnolence pénible, due à la stase veineuse et à l'oxygénation insuffisante du sang.

Digitized by Google

Même après deux heures d'un repos complet, le pouls donna toujours de 90 à 108 pulsations par minute.

La température du corps pendant la marche n'a cessé de décroître, proportionnellement à l'altitude. Elle a baissé de 4 et même de 6 degrés. Cependant le repos et la nourriture ont fait remonter la température tout près de son maximum normal.

L'abaissement de la température est le fait le plus saillant qui résulte des observations de l'auteur. M. Lortet va nous donner l'explication de ce phénomène :

« A l'état de repos et à jeun, dit l'auteur, l'homme brûle les matériaux de son sang, et la chaleur développée est employée tout entière à maintenir sa température constante au milieu des variations de l'atmosphère. En plaine et par des efforts mécaniques, l'intensité des combustions respiratoires, comme l'a montré M. Gavarret, augmente proportionnellement à la dépense des forces. Il y a transformation de chaleur en force mécanique; mais à cause de la densité de l'air et de la quantité d'oxygène inspiré, il y a assez de chaleur formée pour subvenir à cette dépense. Dans la montagne, au contraire, surtout à de grandes altitudes et sur les pentes neigeuses très-raides, où le travail mécanique de l'ascension est considérable, il faut une quantité de chaleur énorme pour être transformée en force musculaire. Cette dépense de force use plus de chaleur que l'organisme ne peut en fournir. »

Ainsi, l'affaiblissement de la respiration qui résulte de l'altitude, telle est, selon M. Lortet, la cause du refroidissement du corps. L'affaiblissement de la respiration provient elle-même du peu de densité de l'air des hauts sommets. La rapidité de la circulation du sang est une autre cause de refroidissement, le sang n'ayant pas le temps de s'oxygéner convenablement. A une grande hauteur, comme l'a remarqué M. Gavarret, les mouvements circulatoires et respiratoires s'accélèrent, non-seulement pour rendre possible l'absorption d'une quantité d'oxygène convenable, mais aussi pour débarrasser le sang de l'acide carbonique dissous. Mais cette exhalation gazeuse, bien que très-ac-

Digitized by Google

tive, n'étant pas suffisante pour maintenir la combustion normale du sang, qui reste sursaturé d'acide carbonique, c'est à cette circonstance que M. Lortet attribue le mal de tête, les nausées, la somnolence plus ou moins irrésistible, et tous ces malaises connus sous le nom de *mal de montagne*, qu'on éprouve, et qu'il a éprouvés lui-même à partir de 4000 à 4500 mètres d'altitude.

M. Lortet fait une autre remarque :

« Quand on est en état de digestion, dit-il, le refroidissement devient presque nul : c'est ce qui explique l'habitude qu'ont les guides de manger toutes les deux heures environ.

Malheureusement, ajoute l'auteur, à partir de 4500 mètres l'inappétence devient ordinairement telle, qu'il est le plus souvent impossible d'avaler quelques bouchées de nourriture. »

La relation de M. Lortet sera enregistrée dans la science comme un document utile pour l'histoire physiologique et pathologique de l'influence des altitudes sur les principales fonctions de l'économie. Cependant il ne faut pas manquer de dire que de tels effets peuvent varier beaucoup selon les individus. Ajoutons que ces observations ne se rapportent qu'aux effets immédiats de l'ascension, et qu'elles ne nous apprennent rien sur l'action permanente de l'habitation à de grandes hauteurs. Ce dernier problème, qui embrasse des éléments beaucoup plus complexes, est encore très-imparfaitement résolu.

3

Expériences faites par M. Robin sur les décapités.

La hideuse guillotine livre aux physiologistes un corps dans lequel, excepté la perception et le sentiment, la vie continue de se manifester quelques minutes après la décollation. M. Robin a fait diverses observations sur le suppliciés ; nous allons en faire connaître quelques-unes.

Digitized by Google

Les mouvements que les physiologistes nomment *mouvements reflexes,* comme ceux que nous exécutons involontairement au contact inattendu d'un objet quelconque, ont été constatés chez les décapités. On a pu, une demi-heure après l'exécution, provoquer une contraction des muscles, en portant un léger coup sur le biceps.

Un fait plus curieux a été observé par M. Robin sur un homme décapité depuis une heure. Le cadavre étant couché, le bras droit reposant sur la table, on promena sur la poitrine, près du mamelon, la pointe d'un scalpel. Aussitôt, le cadavre exécuta un véritable mouvement de défense, en ramenant la main vers la poitrine, au voisinage du creux de l'estomac; les doigts et le pouce n'avaient point remué. On put recommencer quatre fois la même expérience; mais l'énergie du mouvement diminua de plus en plus.

Sur deux suppliciés exécutés par une température assez basse, M. Robin constata, chez l'un six heures après l'exécution, chez l'autre dix heures après, un état particulier de la peau, nommé *chair de poule.* Un autre supplicié, examiné par une chaude matinée, ne présenta rien de semblable.

M. Robin n'a point essayé sur une tête humaine l'expérience célèbre que M. Brown-Sequard fit sur un chien en 1857. Un chien fut décapité en ayant soin de faire la section très-bas; lorsque le pincement de la peau et un courant galvanique ne produisirent plus de mouvements reflexes, M. Brown-Sequard injecta dans les artères du sang chaud, chargé d'oxygène. Il vit alors apparaître dans les yeux et la face des mouvements qu'on eût dit dirigés par la volonté.

L'expérience fut prolongée un quart d'heure, et pendant ce temps les mouvements continuèrent.

D'après M. Robin, les causes suivantes empêcheraient la réussite de cette expérience sur une tête humaine. Les veines et les artères de la tête se remplissant d'air dès le premier moment de la décollation, le sang, même tout frais, qu'on injecterait par ces vaisseaux, pousserait devant

Digitized by Google

lui des bulles d'air qui désorganiseraient plus rapidement les vaisseaux ténus du cerveau; en sorte que l'expérience irait à l'encontre du but qu'on se propose.

Mais qu'on puisse ou non parvenir à rendre une apparence de vie à une tête de cadavre, en opérant dans d'autres circonstances, ce ne sera toujours qu'une apparence. M. Robin ne regarde pas les manifestations qui auraient lieu comme émanant du *moi* psychologique. Ce seraient tout au plus des actes analogues à ceux de la fièvre et du délire.

4

Le pouls tâté par voie télégraphique.

Dans une conférence donnée à Salem (États-Unis), le docteur Upham a fait tâter à ses auditeurs le pouls de malades couchés dans le moment même à 14 milles de là, dans l'hôpital de Boston. Tâter n'est pas exact: disons qu'il le leur a fait voir. Un fil télégraphique mettait l'hôpital en rapport avec la salle de cours, et en même temps que les battements du cœur transmettaient automatiquement le courant, ces battements étaient rendus visibles au moyen d'un rayon de lumière de magnésium, vibrant sur le mur de la salle de cours.

L'appareil ayant été d'abord appliqué à l'artère d'un homme bien portant, le rayon de lumière vibra 60 fois à la minute. Vint ensuite un individu bien portant encore, mais très-irritable : les vibrations se répétèrent 90 fois en une minute. Après quoi on eut successivement deux malades atteints, l'un de pneumonie, l'autre d'une affection organique du cœur; le premier donna 112 battements en une minute, et, sous l'influence du second, le rayon se mit à osciller de la manière la plus irrégulière.

Digitized by Google

5

La commission sanitaire internationale et le choléra indien. Résultats des mesures d'hygiène et d'assainissement prises dans les vallées de la Mecque.

On sait qu'une commission internationale, instituée par divers gouvernements européens, a fait adopter des mesures préventives contre l'invasion du choléra en Europe par sa voie la plus habituelle, c'est-à-dire par la voie des Indes et de l'Arabie. Ces mesures consistaient d'abord dans la surveillance exercée par les autorités anglaises sur les musulmans qui s'embarquent pour accomplir le pèlerinage de la Mecque, et dans la visite médicale des navires chargés de pèlerins à destination de Djeddah et de la Mecque. Les gouvernements ottoman et égyptien ont fait, en outre, établir dans tous les ports de la mer Rouge des bureaux d'informations et de renseignements qui doivent transmettre en Europe des nouvelles précises et rapides, dès que l'apparition du choléra sera signalée sur un des points du littoral, afin que des moyens convenables puissent être requis contre la propagation du fléau.

C'est dans les environs de la Mecque que les précautions hygiéniques ont été organisées sur la plus grande échelle par les soins du gouvernement ottoman. C'était là qu'il convenait de prodiguer les moyens prophylactiques, car c'est de ce point, on le sait aujourd'hui, que sont parties les plus terribles épidémies de choléra. A l'époque du pèlerinage de la Mecque, un nombre immense d'individus musulmans s'agglomèrent dans certains points déterminés, et surtout dans la vallée de la Mina, où sont célébrées les fêtes religieuses. Plus de deux cent mille pèlerins s'entassent chaque année dans cette vallée étroite, et y vivent, pendant un certain temps, dans des conditions hygiéniques déplorables, manquant d'eau, brûlés par un ciel torride, et exposés à

Digitized by Google

l'influence des émanations cadavériques d'un nombre immense d'animaux, qui, d'après le rite musulman, sont sacrifiés pendant ces fêtes et ne sont pas recouverts d'un pouce de terre.

On comprend que ces causes multiples d'infection engendrent des maladies pestilentielles, et que le choléra ait souvent pris naissance dans ce dangereux centre d'émanations putrides. Si le choléra n'a pas toujours trouvé sa source première dans les agglomérations d'hommes confinées dans les vallées de la Mecque; si plus d'une fois il est arrivé là, ayant son origine dans les parages indiens, il est hors de doute qu'il a toujours pris dans cette portion de l'Arabie une intensité nouvelle et redoutable, et qu'il a pu ensuite se répandre, beaucoup plus violent, beaucoup plus meurtrier, dans les contrées de l'Europe.

C'était donc bien contre les causes d'infection résultant des pèlerinages à la Mecque qu'il fallait diriger les mesures hygiéniques les plus actives.

Dans une communication faite à l'Académie de médecine, M. le docteur Fauvel, inspecteur général des services sanitaires de France, a donné des renseignements sur les résultats des mesures de surveillance et d'hygiène qui ont été prises dans ces lieux depuis la dernière épidémie.

On a dû parer avant tout au manque d'eau, qui a toujours été la cause principale des maladies chez les musulmans réunis au moment des fêtes religieuses dans les vallées de la Mecque. On a nettoyé les anciens canaux, on en a creusé de nouveaux; on a réparé les conduites d'eau, de façon à permettre à celle-ci d'arriver en abondance. Ensuite on a creusé de larges tranchées, destinées à recevoir et à recouvrir, après les avoir mélangés avec de la chaux, les débris d'animaux qui, avant cette époque, étaient abandonnés, à l'air libre, à la décomposition putride. D'innombrables fosses d'aisance ont été installées, pour recevoir les déjections de cette immense agglomération d'hommes, et pour les désinfecter au moyen d'un mélange de chaux et de sulfate de fer.

Digitized by Google

Les bons effets de ces nouvelles dispositions ont été immédiats. Fait inouï, aucun cas de choléra ne s'est produit en 1869, pendant les fêtes religieuses, qui étaient signalées autrefois par une grande mortalité. Le nombre des pèlerins a été de cent dix mille. Sur ce nombre, vingt-six mille étaient venus par la voie de mer, et avaient débarqué à Djeddah, port situé à une quinzaine de lieues des vallées de la Mecque; six à sept mille venaient des divers points du continent indien, et quatre à cinq mille de l'île de Java et des îles voisines. Le reste des pèlerins étaient arrivés par des caravanes parties d'Égypte, de Syrie et d'Arabie. Or, parmi ces cent dix mille pèlerins, il n'y a eu, pendant les trois jours consacrés aux fêtes religieuses, que quarante décès, ce qui surprend beaucoup quand on songe qu'il s'agit d'une agglomération d'individus de tout âge, dont beaucoup ne viennent là, poussés par le fanatisme religieux, que pour mourir sur la terre sainte. Cette faible mortalité a étonné les gens du pays, qui ont compris tout de suite l'heureuse influence des mesures hygiéniques prises par leur gouvernement, conformément aux conclusions de la conférence sanitaire internationale.

On doit s'applaudir de ces résultats; cependant ils ne doivent pas inspirer pour l'avenir une sécurité complète. Selon M. le docteur Fauvel, les mesures prises sont encore insuffisantes. C'est à les perfectionner et à les compléter que doivent tendre et que tendent les efforts de la commission sanitaire internationale et de leurs gouvernements respectifs.

De ces mesures, la plus efficace est la surveillance établie sur les principaux points du littoral de la mer Rouge, afin d'en repousser tous les navires chargés de pèlerins qui reviennent de la Mecque. Les navires qui arrivent de l'Inde et d'autres pays sont peu dangereux; ils contiennent rarement des cholériques, car dans l'Inde le choléra ne sévit que sur les plus misérables habitants, ceux qui ne quittent jamais le sol natal.

La surveillance établie, tant pour assurer l'exécution des

Digitized by Google

mesures hygiéniques que pour transmettre en Europe des informations rapides et précieuses, n'était pas assurée d'une manière suffisante à l'intérieur de l'Arabie. Pour la rendre certaine, il fallait trouver une station favorable à l'entrée même de la mer Rouge. Après bien des explorations, un voyageur français a fini par trouver, entre Périm et Aden, un véritable port, qui lui a semblé réunir toutes les conditions désirables pour une pareille destination. La commission sanitaire se propose de visiter en 1870 cette station maritime.

Cependant, d'après M. Fauvel, c'est en Égypte qu'il conviendrait de poser la véritable barrière à l'invasion du fléau. Il faudrait arriver à empêcher absolument toute communication des pèlerins revenant de la Mecque avec les habitants de l'Égypte. Les quarantaines établies dans les ports égyptiens sont une mesure illusoire et complétement inefficace. Le gouvernement égyptien, qui s'était engagé à faire interdire toute communication des pèlerins avec les gens du pays, a laissé jusqu'à ce jour ses promesses sans exécution. C'est à ce point fondamental qu'il faudrait tenir la main, et l'intervention des gouvernements étrangers peut seule permettre d'arriver à ce résultat.

On a exprimé la crainte que le percement de l'isthme de Suez ne devienne une voie nouvelle et rapide pour l'invasion du choléra en Europe. Là n'est pas le danger, suivant M. Fauvel. Les navires arrivant directement de l'Inde ne sont dangereux que s'ils transportent des pèlerins. Le péril le plus grave est dans les foyers de renforcement que les pèlerinages viennent établir à la Mecque, et surtout en Égypte, d'où le fléau peut se disséminer sur l'Europe entière à cause des relations commerciales que l'Égypte entretient avec tout le continent européen.

Digitized by Google

6

La peste en Mésopotamie.

En 1866, et surtout en 1867, le bruit se répandit à Téhéran que la peste avait éclaté et faisait de grands ravages à Bagdad. Le gouvernement ottoman envoya à Bagdad une commission médicale présidée par le docteur Navanzi, afin de constater la véracité de ces rumeurs. Le docteur Navanzi conclut à la non-existence de ce terrible fléau : il attribua les nombreux décès constatés à l'influence mauvaise d'un sol marécageux. Mais la rassurante communication du docteur ottoman a été contredite par les rapports annuels des médecins sanitaires de Bagdad ainsi que par les dépositions des cheiks de l'Irak-Arabi.

M. Tholozan, médecin du schah de Perse, se fondant sur l'ensemble de toutes ces pièces, a établi, contrairement au docteur Navanzi, la nature exacte d'une épidémie qu'il est de toute importance pour les gouvernements européens de circonscrire dans le bassin de l'Euphrate.

Depuis le mois d'août 1856, d'effrayants symptômes s'étaient montrés à M. Duthieul, médecin français établi à Bagdad : c'étaient des fièvres accompagnées de bubons, de phlegmons charbonneux, qui enlevaient le malade en quarante-huit heures. Plusieurs familles de la tribu des Hadji-Off sont mortes en peu de jours de tumeurs au sein ou à l'aine.

En 1857, cette maladie continue à Bagdad ; puis les années suivantes elle se déclare dans les villes voisines. Dix ans après, en 1867, elle éclate dans l'Inde, et le docteur Duthieul qui l'avait attribuée à des fièvres du pays s'aperçoit un peu tard que ces ravages sont dus à la peste. Le docteur Navanzi avait nié le fait pour une raison d'État qui, dans ses idées particulières, devait primer la vérité.

On a prétendu que cette terrible maladie n'était pas la

Digitized by Google

peste, puisqu'elle ne s'était point déclarée d'abord avec un caractère épidémique. M. Tholozan répond que le choléra, le typhus, la fièvre jaune peuvent exister sans gravité, couver pendant quelques années, puis se montrer tout à coup terribles avec le caractère épidémique.

Sans avoir atteint l'intensité de l'effroyable peste de Marseille, la peste de la Mésopotamie a pu être resserrée dans son foyer. Il importe extrêmement de combattre ce fléau par tous les moyens dont dispose la science, et il est du devoir de tous les gouvernements de l'empêcher par tout ce qui est en leur puissance de franchir son berceau et de venir jeter dans nos pays la désolation et la mort.

7

La métallothérapie, ou le cuivre préservatif du choléra. Résultats nouveaux.

Connaissez-vous la *métallothérapie?* Sous ce nom, quelque peu barbare, un médecin de Paris, M. Burq, a désigné, il y a près de vingt ans, une méthode fort étrange de préservation et même de traitement contre les maladies épidémiques, et particulièrement contre le choléra. Cette méthode consiste à s'appliquer sur le corps des disques, ou une surface un peu étendue, de cuivre et d'acier. Selon l'inventeur, cette simple apposition de métaux sur la peau empêcherait le développement du choléra.

J'ai vécu jusqu'à ce jour dans une incrédulité parfaite en ce qui touche les vertus thérapeutiques du cuivre et autres métaux, portés sur le corps, comme des médailles bénites: *a priori*, parce que je ne me fais aucune idée du mode d'action possible d'un pareil système, à moins que l'on ne fasse intervenir l'homéopathie, la grande bouffonnerie médicale de ce siècle; *a posteriori*, parce qu'aucun fait n'est venu établir l'utilité du cuivre métallique comme remède préventif dans le cas dont il s'agit. Cette médiocre confiance

Digitized by Google

dans les vertus et mérites des ceintures de cuivre était d'ailleurs assez générale. Voici pourtant que la *métallothérapie* revient sur l'eau. Il en a été question, en effet, dans la séance du 27 septembre 1869 de l'Académie des sciences, où le secrétaire perpétuel, M. Dumas, a donné communication de quelques faits curieux se rattachant à ce sujet.

Hâtons-nous de dire qu'il ne s'agit plus, dans l'esprit de l'inventeur, de l'emploi du cuivre métallique comme moyen préventif ou curatif du choléra. Laissant de côté, pour le moment, cette question, qui est pourtant le but suprême, le docteur Burq veut seulement faire connaître les résultats, assez frappants d'ailleurs, de recherches statistiques établissant que dans les épidémies cholériques de 1865 et 1866 on a constaté un nombre extrêmement minime de décès chez les ouvriers qui manient le cuivre ou les alliages de ce métal.

Les faits sur lesquels M. Burq désire appeler l'attention du public ont été résumés dans un rapport adressé en 1869 au Conseil de salubrité et d'hygiène publiques par M. le docteur Vernois.

Le résultat le plus frappant cité par M. Vernois, c'est l'absence à peu près complète de décès par le choléra parmi les membres d'une société exclusivement composée d'ouvriers monteurs et ciseleurs en bronze, et qui est connue sous le nom de *Société du bon accord*. Cette société a été fondée en 1819, et ses registres médicaux sont parfaitement tenus. Pendant le choléra de 1832, il n'y eut aucun décès parmi les membres de cette association ouvrière, qui n'étaient d'ailleurs qu'au nombre de 125 à cette époque. Pendant l'épidémie cholérique de 1849, la Société se composant de 304 membres, on ne constata non plus aucun décès. Enfin, pendant les épidémies de 1865 et 1866, le même résultat négatif a été reconnu, le nombre des membres de la Société étant de 294 dans le premier cas et 356 pour les deux autres.

M. Burq, et avec lui M. le docteur Vernois, concluent

Digitized by Google

de là qu'il y a une relation évidente entre la préservation du choléra et la profession exercée par ces ouvriers. La preuve n'est pourtant pas très-manifeste, car dans ces différentes épidémies la mortalité n'a pas été de 1356 de la population générale de Paris. On arriverait donc au même résultat si l'on considérait d'autres professions au même point de vue.

La relation entre la profession d'ouvriers maniant le cuivre et la préservation de l'épidémie cholérique ressort, d'une manière beaucoup plus frappante, d'un groupement très-ingénieux fait par M. le docteur Vernois dans son rapport au Conseil d'hygiène et de salubrité. Selon le savant hygiéniste, la préservation du choléra constatée d'après d'excellents relevés statistiques faits par l'administration supérieure et invoqués par M. Burq, peut être divisée en quatre degrés, suivant que les ouvriers sont en contact d'une manière de plus en plus immédiate, de plus en plus intime, avec le cuivre.

Dans le premier groupe, qui comprend les bijoutiers, graveurs sur or et argent (ces métaux étant toujours alliés au cuivre), ainsi que les horlogers, le nombre des décès par le choléra est représenté par la fraction 1/719 de la population parisienne. Dans le second groupe, qui comprend les fabricants d'œillets en cuivre, les graveurs sur cuivre, les monnayeurs, etc., la mortalité cholérique de ces ouvriers n'a été que de 1/1000 de la population. Dans le troisième groupe, comprenant les ouvriers fondeurs, robinetiers, lampistes, ciseleurs, monteurs et tourneurs en bronze, la fraction n'est que 1/2000. Enfin, on n'a constaté *aucun décès* sur le groupe d'ouvriers du quatrième degré, comprenant les opticiens en cuivre, les fabricants d'instruments de musique, les chaudronniers, etc.

En résumé, chez les ouvriers qui travaillent le cuivre, au fur et à mesure que ce métal prend plus de place, que ses poussières y augmentent et que surtout elles sont rendues plus facilement absorbables par une oxydation préalable, comme dans la chaudronnerie, les cas de choléra ont été

Digitized by Google

diminuant graduellement jusqu'à devenir 0. Environ six mille ouvriers estampeurs, repousseurs, chaudronniers, etc., n'ont donné, ni en 1865, ni en 1866, un seul malade dans les hôpitaux, tandis que, dans les industries similaires, les ouvriers sur fer et sur acier présentaient 1 cas de choléra sur 139 ouvriers, et les ouvriers sur d'autres métaux que le fer et le cuivre, c'est-à-dire sur les zingueurs, les plombiers, les potiers, etc., 1 cas sur 175.

Les chiffres sur lesquels reposent ces conclusions sont extraits des archives du bureau de statistique de l'Assistance publique, et ils ont été dressés après une enquête qui n'a pas duré moins de deux ans. C'est par les soins de M. Burq que cette enquête très-attentive a été faite. Ce qui lui donne une autorité incontestable, c'est que M. Burq ne fait que relater des documents ; que sa base d'opérations a été surtout, nous le répétons, la statistique dressée par l'Assistance publique et par la préfecture de police.

On ne saurait donc mettre en doute le fait de la coïncidence d'un très-petit nombre de cholériques avec les professions qui mettent en œuvre le cuivre et ses alliages.

Paris n'est pas, du reste, la seule ville dans laquelle on ait noté l'absence de mortalité cholérique chez les ouvriers qui manient le cuivre. Le professeur Huss, de Stockholm, l'a constatée chez les ouvriers travaillant dans les mines de cuivre ; le professeur Pechollier, de Montpellier, pour ceux qui préparent le *verdet gris;* le docteur Cassiano, de Prado, l'a constatée en Espagne pour les ouvriers des mines de cuivre de Tinta; les docteurs Gallarini et de Rogatis pour les ouvriers en cuivre de Florence, de Naples, etc.

Ainsi, le singulier privilége dont jouissent les hommes employés au travail du cuivre, d'échapper aux atteintes du fléau cholérique, ne saurait être mis en question, et c'est un résultat à inscrire dans la science. Faut-il en conclure que l'emploi du cuivre, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur, pourrait rendre des services dans le traitement du choléra déclaré, ou comme simple moyen préservatif ? Cette conclusion n'aurait rien d'illogique; seulement les faits manquent

Digitized by Google

totalement encore pour la justifier. Il faut donc se borner à enregistrer le résultat acquis, sans bien savoir quel parti, quel genre d'application on pourra en tirer à l'avenir.

M. le docteur Vernois, dans son rapport au Conseil d'hygiène et de salubrité, a parfaitement exprimé cette opinion, tout en rendant justice au mérite des recherches du docteur Burq.

« Il serait prématuré aujourd'hui, dit M. Vernois, de déterminer la mesure et la forme dans laquelle le cuivre, dans le but de la préservation cholérique, devra être hygiéniquement employé et conseillé. Mais il ne sera que juste d'applaudir au travail considérable accompli par le docteur Burq — de dire que les résultats statistiques obtenus sont très-intéressants, et que si les faits observés ultérieurement sont conformes à ceux déjà recueillis, ils devront ouvrir à la prophylaxie du choléra une voie nouvelle et salutaire. »

8

Les tentes et les baraques pour le traitement des blessés.

La question de la création de baraques et de tentes destinées au traitement des blessés a beaucoup occupé les médecins en 1869. Les inconvénients de l'encombrement des malades, les maladies qu'il engendre, tant pendant la guerre que dans les hôpitaux civils, sont maintenant tellement reconnus, qu'il y a depuis quelques années chez toutes les nations une émulation véritable pour placer les malades dans de meilleures conditions de traitement. *Les hôpitaux sous les tentes*, ou *baraques*, tel est le système qui est expérimenté en ce moment en différentes parties de l'Europe, pour remplacer les anciennes agglomérations des hôpitaux ordinaires.

Le progrès dans cette question nous est venu des États-Unis. Dans la guerre de sécession, de grands hôpitaux, formés par l'agglomération de *pavillons-baraques*, furent

Digitized by Google

créés sur des points rapprochés du théâtre de la lutte. En outre, de véritables *hôpitaux sous tentes* furent installés partout où l'on combattait. Les ambulances de première ligne, placées cependant hors de la portée des projectiles, étaient formées par la juxtaposition de tentes de 25 mètres carrés environ de surface, et ce système fut même mis en usage dans les hôpitaux permanents, par exemple, à l'hôpital Lincoln à Washington.

Les excellents résultats obtenus par les Américains, après les amputations, résultats qui jusqu'à présent n'ont été égalés dans aucune armée européenne, attirèrent vivement l'attention sur les *hôpitaux sous tentes*. A Berlin, dès l'année 1864, l'hôpital de Béthanie transférait, pendant l'été, son service de chirurgie sous une tente que l'on avait élevée dans le jardin de l'établissement.

Un autre hôpital de Berlin, celui de la Charité, ne tarda pas à être doté d'une construction en bois, dans la forme d'une salle ordinaire d'hôpital.

Pendant la même année, on appliqua dans la guerre du Schleswig-Holstein le même système à la chirurgie militaire, et la guerre de 1866 vint bientôt généraliser cette pratique en Allemagne.

Après la bataille de Langensalza, le docteur Stromezer soigna les blessés sous une *tente-baraque*. La même méthode fut assez souvent suivie en Bohême. Après les combats acharnés dont ce pays fut le théâtre, on évacua un grand nombre de blessés sur un château appartenant au prince royal de Prusse. On avait d'abord relégué ces malades dans les écuries du château, et le défaut d'aération avait produit chez les blessés des résultats désastreux. Mais bientôt ils furent transférés dans des baraques construites à la hâte dans le parc, et les guérisons suivirent rapidement.

Aujourd'hui la plupart des hôpitaux allemands soignent, pendant l'été, les malades sous les tentes. Ce système est appliqué à peu près partout, notamment à Francfort, Kiel, Berlin, Dresde, Hambourg, Prague, Leipzig, etc.

Digitized by Google

Les résultats obtenus à l'étranger marquaient d'avance, pour ainsi dire, ce qu'il y avait à faire pour que nos hôpitaux profitassent de ce système nouveau autant que salutaire. C'est à partir de 1869 que l'administration des hospices de Paris a commencé à expérimenter l'usage des *tentes-baraques* pour le traitement des blessés. Les essais de ces nouvelles constructions se sont faits à l'hôpital Cochin, à l'hôpital Saint-Louis et à l'hôpital Lariboisière. M. Husson, directeur de l'Assistance publique, a lu à l'Académie de médecine une note détaillée sur cette question. C'est d'après cette note, qui a paru dans le *Bulletin de l'Académie de médecine*, que nous allons faire connaître les dispositions qui ont été prises pour mettre en expérience, dans les hôpitaux de Paris, le système hygiénique qui nous vient des États-Unis.

Une *tente-hôpital* a été dressée dans l'un des grands terrains vagues dépendant de l'hôpital Cochin.

Cette tente se compose de deux toiles séparées l'une de l'autre et qui livrent passage à une couche d'air sans cesse renouvelée. Cette couche d'air, interposée entre les deux toiles, maintient la fraîcheur pendant le jour et la chaleur pendant la nuit.

La toile extérieure, imperméable à la pluie, peut, jusqu'à la partie inférieure du toit, être relevée horizontalement, et elle forme alors une galerie couverte qui permet aux malades de s'asseoir à l'abri du soleil.

La toile intérieure figure un plafond horizontal fendu au centre, dans toute sa longueur, pour le passage de l'air. Sur les côtés, elle retombe en rideaux qui, glissant à volonté sur des tringles de fer, permettent de donner à la tente la forme d'un toit terminé par un auvent horizontal, et de mettre ainsi les malades tout à fait en plein air pendant la chaleur du jour.

Une disposition particulière de la charpente a permis de munir la tente d'un faux toit, pour faciliter la ventilation.

Cette tente renferme une quinzaine de lits.

Les baraques construites à l'hôpital Saint-Louis occu-

Digitized by Google

pent un emplacement situé dans un jardin d'une surface d'environ 2000 mètres. Elles forment un groupe divisé en cinq parties.

En avant et au milieu se trouve la grande baraque ; elle mesure 12 mètres sur 7 mètres 50, et contient dix lits. A droite et à gauche, et à trois mètres de distance, sont deux autres baraques de 3 mètres sur 3 mètres ; celle de gauche renferme l'office et le cabinet de la religieuse ; celle de droite, un dépôt pour le linge.

Les deux petites baraques sont reliées à la grande par deux galeries de trois mètres de long, couvertes, mais complétement ouvertes latéralement, et qui forment, en outre, comme le vestibule de la salle des blessés.

En arrière, dans l'axe des deux petites baraques et à 11 mètres environ, se trouvent deux autres petites baraques qui peuvent recevoir chacune deux lits, l'un destiné au malade, l'autre à l'infirmier ou au convalescent qu'on voudrait placer près de lui.

Ces petites constructions ont 3 mètres de long sur 5 mètres de large, et sont distantes entre elles de 16 mètres. Au devant de ces deux baraques sont des galeries ou *verandhas*, constituées par des toiles mobiles tendues sur châssis de bois ; ces appendices ont pour destination de tempérer l'ardeur du soleil.

Le mode de construction de ces diverses baraques consiste dans un plancher de sapin, reposant solidement sur de nombreux piquets enfoncés en terre. On a ménagé un vide de 25 à 30 centimètres entre le sol et le plancher. Au préalable, le sol naturel a été enlevé et la terre végétale remplacée par des graviers et des débris de mâchefer.

L'abri, tout à fait indépendant des planchers, consiste en quatre fermes en madriers de sapin, reliées par des traverses.

Les parois verticales se divisent en trois parties :

La partie inférieure, de 1 mètre 45 de haut, répondant aux lits, est pleine, fixe et formée par des planches posées à recouvrement dans le sens horizontal.

Digitized by Google

Au-dessous et sur une hauteur à peu près égale, règne une série de châssis vitrés, qui sont tous mobiles et se relèvent à l'extérieur, à l'instar des châssis à tabatière, de manière à former tout autour de la baraque un auvent protecteur contre le soleil et contre la pluie ; la section d'ouverture horizontale est de 1 mètre de large.

Enfin, la dernière partie des parois verticales est composée de panneaux de bois pleins, mais mobiles ; ces panneaux s'ouvrent à bascule à l'intérieur, de haut en bas, de façon à ménager, sans gêner le malade, un courant d'air persistant qui entraîne vers le sommet de la baraque tous les miasmes s'élevant de la partie basse. Ces châssis peuvent rester ouverts sans inconvénient, alors que ceux du bas sont fermés.

Le toit se compose de deux parties superposées. La première partie est de planches de sapin rainées, posées en long et représentant une saillie extérieure de 50 centimètres environ. La deuxième partie est formée d'une toile imperméable posée au-dessus de la partie en planches, qu'elle dépasse de 30 centimètres à l'extrémité basse, et de manière à laisser un isolement de 10 centimètres au moins entre les deux parois. Cet isolement a pour but d'établir un courant d'air permanent et de conserver à la toile toute son imperméabilité.

Ce toit présente dans son milieu et dans toute sa longueur un vide de 60 centimètres environ, pour assurer une aération constante ; mais afin d'éviter que la pluie n'entre par cette ouverture, elle est surmontée d'un petit toit qui se prolonge en recouvrement au-dessus du grand, en laissant une ouverture de 50 centimètres.

Telles sont les dispositions des *tentes-baraques* établies à l'hôpital Cochin et à l'hôpital Saint-Louis.

Un troisième essai a été fait à l'hôpital Lariboisière.

Dans sa communication à l'Académie de médecine, M. Husson avait exprimé l'idée qu'on pourrait, dans la saison d'été, et lorsque le temps le permet, établir les

Digitized by Google

opérés dans les préaux plantés d'arbres, sous une tente ou un velum qu'on déplacerait à volonté, afin de leur permettre de vivre ainsi au grand air pendant dix ou douze heures de la journée. Le moyen suggéré par le directeur de l'Assistance publique a été mis en pratique à l'hôpital Lariboisière. Une tente a été dressée sous les arbres, dans l'un des préaux de l'hôpital, et depuis un mois quatre blessés sont maintenus jusqu'au soir dans ces tentes. Le refroidissement de la saison, survenu dans ces derniers jours, a pourtant obligé de les réintégrer dans les salles.

Si le système que nous venons de décrire produit les résultats que l'on en attend, on se propose de l'introduire à l'hôpital Napoléon, qui a été inauguré le 18 juillet 1869, et qui, situé sur la plage, à sept à huit lieues de Boulogne, doit être consacré au traitement des enfants scrofuleux, que l'on y enverra de Paris, au lieu de les laisser dans les hospices insalubres de la capitale.

9

Découverte d'un nouvel agent d'insensibilité. — Le chloral et ses effets.

A la liste des agents capables de produire l'insensibilité pendant les opérations chirurgicales, il faut ajouter, d'après les expériences de M. le docteur Liebreich, le chloral, substance résultant de l'action du chlore sur l'alcool.

Le chloral est liquide. Il est doué d'une odeur pénétrante et agréable. Son emploi comme agent d'anesthésie ne présente aucune difficulté ; il suffit d'en imbiber un linge et de le faire respirer au malade.

Le chloral doit être considéré comme l'aldéhyde trichlorurée. De même que l'acide trichloracétique, ce corps, dissous dans un liquide alcalin, se décompose pour former du *chloroforme*, d'après la formule

$$C^2HCl^3O + KHO = CHCl^3 + CHO^2K.$$

Digitized by Google

On sait que dans l'organisme l'alcool, l'aldéhyde et l'acide acétique sont soumis à une oxydation complète, dont les derniers produits sont l'acide carbonique et l'eau. On pouvait donc prévoir que pour le chloral également il y aurait une décomposition en ces derniers produits d'oxydation, et l'on devait se demander dès lors si le chloroforme, produit intermédiaire de cette série, exercerait son action dans l'organisme.

Pour décider cette question sur l'homme et sur les animaux, M. Liebreich s'est servi, comme de la préparation la plus commode, de l'*hydrate de chloral* $CHCl^3O + H^2O$: c'est à ce composé que se rapportent les doses indiquées plus loin.

M. Liebreich a commencé par constater son effet chez des animaux.

Les grenouilles entrent d'abord dans la période de sommeil, puis survient la période de l'anesthésie; les doses mortelles produisent une paralysie du cœur. C'est donc un effet complétement analogue à l'effet du chloroforme, tel qu'il a été récemment établi par M. Claude Bernard. En premier lieu, son action s'exerce sur les cellules ganglionnaires du cerveau, puis sur la moelle épinière; enfin, dans les cas terminés par la mort, elle atteint les cellules ganglionnaires du cœur. Chez le lapin, les effets sont tout semblables. Chacune des périodes qu'on vient d'indiquer a une durée assez longue. Un lapin de grande taille reçut en injection hypodermique 135 centigrammes d'hydrate de chloral. L'animal dormit de $7^h\,30^m$ du soir jusqu'au lendemain vers midi. A son réveil, il se mit à manger avec avidité.

Le succès complet de ces expériences chez des animaux devait encourager à les répéter sur l'homme.

Le chloral est soluble dans l'eau; comme dans cette solution il n'exerce aucun effet irritant, il doit se prêter fort bien à l'absorption dans l'économie. Cette propriété détermina M. Liebreich à opérer d'abord par injections sous-cutanées.

Digitized by Google

Un aliéné atteint d'épilepsie, tourmenté par des conceptions délirantes, avec insommie, reçut en injection 157 centigrammes de chloral. Cinq minutes après, il tomba dans un sommeil profond, qui persista quatre heures et demie. Après s'être réveillé, le malade prit son repas comme d'ordinaire.

Un malade dont le pied gauche avait été écrasé, se trouvait à l'issue d'une pleurésie, il toussait beaucoup, avec expectoration catarrhale. Il a reçu du chlorhydrate de morphine en poudre et en injection, sans aucun effet soporifique; pouls 180; respiration, 28 à la minute.

A $6^h\,15^m$ du soir, on lui administre à l'intérieur 210 centigrammes d'hydrate de chloral. De ce moment jusqu'à $6^h\,48^m$ le pouls diminue et la respiration augmente; il s'endort alors jusqu'à 9 heures. Il se réveille alors et dit qu'il a bien dormi. Il n'accuse ni maux de tête, ni aucun autre symptôme fâcheux.

Il ressort de ces expériences que l'effet anesthésique du chloral ne s'accompagne d'aucun phénomène fâcheux.

Les expériences de M. Liebreich ont été continuées par M. Demarquay, avec le concours de M. Follet. Le but des nouveaux expérimentateurs était de s'assurer du degré d'insensibilité qu'amène l'inspiration du chloral, de la durée de cet état et de son innocuité.

M. Demarquay a expérimenté sur des lapins. Il a injecté dans le tissu cellulaire de ces animaux depuis 20 centigrammes jusqu'à 1 gramme 20 de chloral, sans avoir amené la mort d'aucun d'eux. Après quinze à trente minutes, tous sont tombés dans une résolution musculaire complète, comme s'ils se fussent profondément endormis. La durée de ce sommeil a été de deux à trois heures; mais quels que fussent la résolution musculaire et l'affaiblissement de ces animaux, ils se sont tous réveillés, et le lendemain ils se portaient à merveille.

Nous avons indiqué plus haut l'explication que donne

Digitized by Google

M. Liebreich des effets anesthésiques du chloral, explication qui consiste à attribuer ces effets au chloroforme produit par la réaction des alcalis libres qui existent dans le sang. Telle n'est par l'opinion de M. Demarquay, qui pense que le chloral est éliminé par la voie respiratoire purement et simplement, c'est-à-dire sans subir aucune décomposition. Ce qui porte M. Demarquay à rejeter l'opinion de M. Liebreich, c'est que le chloral jouit d'une action hyperestésique très-prononcée, bien différente de l'action anesthésique du chloroforme.

Après avoir expérimenté sur des animaux, M. Demarquay entreprit les mêmes recherches sur l'homme. Voici le résultat des observations de ce chirurgien.

Comment le chloral, solide et peu soluble, peut-il être facilement administré chez l'homme? M. Demarquay l'associe au sirop de tolu. Une cuillerée de ce sirop contient 1 gramme de chloral. La dose prise par les malades a varié de 1 gramme à 5 grammes.

M. Demarquay a fait prendre le chloral à vingt malades; quatorze seulement se sont endormis, les autres ont résisté à l'action du somnifère.

Le sommeil est arrivé généralement un quart d'heure ou une demi-heure après l'ingestion du chloral. Ce sommeil est léger, et ne ressemble en rien à celui que procure le chloroforme. Le moindre bruit réveille les malades, mais à l'instant ils se rendorment. Cet état n'est d'ailleurs aucunement accompagné de l'abolition de la sensibilité, ce qui le distingue essentiellement de celui que cause le chloroforme, et ce qui ôte toute idée de tirer parti du chloral dans les opérations chirurgicales. La plus petite piqûre, une simple pression arrachent une plainte aux malades endormis. Ils éloignent immédiatement la partie du corps qui a été touchée ou piquée.

Le sommeil occasionné par le chloral n'est pas toujours calme et tranquille. Il est troublé, chez certains individus, par de l'agitation, par des hallucinations et des rêves.

Selon M. Demarquay, les individus affaiblis, débiles

Digitized by Google

sont plus sensibles que les personnes robustes à l'action du chloral, et le sommeil est d'autant plus long que les individus sont plus faibles.

Comme on le voit, M. Liebreich et M. Demarquay ne sont pas d'accord sur la propriété anesthésique du chloral.

Les divergences qui se sont produites à ce sujet, doivent s'expliquer, d'après de nouvelles recherches de M. le docteur Bouchut, par l'état de pureté ou d'impureté de la substance chimique employée. Il faut se servir, pour obtenir les effets de sommeil ou d'apaisement, d'hydrate de chloral à l'état solide. Si cet hydrate n'est pas cristallisé, s'il n'est pas bien pur, de façon à développer sous l'influence de la potasse des vapeurs de chloroforme, il est infidèle et peut être dangereux.

Selon M. Bouchut, les effets du chloral peuvent se résumer ainsi :

L'hydrate de chloral est un puissant sédatif des systèmes nerveux, moteur et sensitif.

Il ne doit pas être donné à une dose qui dépasse 5 grammes chez l'adulte et 2 grammes chez l'enfant.

L'action du chloral est la même que celle du chloroforme ; mais elle est plus longue à se produire et elle dure beaucoup plus longtemps. Les effets consistent chez quelques malades en une agitation musculaire et une excitation morale qui ressemble à l'ivresse alcoolique. Mais cet état n'a rien de dégoûtant ni de désagréable.

Chez presque tous les malades, le chloral provoque le sommeil. Ce sommeil, dans la grande majorité des cas, est accompagné d'une anesthésie très-prononcée, en d'autres termes, d'une abolition momentanée de la sensibilité. Cette anesthésie est en rapport avec la dose de chloral employée. A la dose de 2 à 5 grammes, selon les âges, elle est complète et permet d'appliquer sans douleur les caustiques, tels que la pâte de Vienne, et même d'opérer l'extraction des dents.

Digitized by Google

Au point de vue thérapeutique, le chloral a le privilége de calmer les violentes douleurs de goutte, les atroces souffrances de la colique néphrétique ou de la carie dentaire. C'est en un mot le plus puissant des anesthésiques que l'on puisse administrer par l'estomac. C'est enfin le remède le plus prompt et le plus efficace à employer dans la chorée intense, lorsque l'on veut faire cesser rapidement une agitation qui, par elle-même, menace les jours du malade.

Nous ajouterons que M. Personne s'est occupé de recherches sur le même sujet. Entre autres résultats remarquables, M. Personne a reconnu que le chloral, administré à des chiens, se transforme partiellement en chloroforme, sous l'influence de l'alcalinité du sang, et qu'on peut, après l'administration du chloral pur, démontrer, par les réactions chimiques, la présence du chloroforme dans le sang et dans d'autres liquides de l'économie.

D'après M. Personne, si l'on mélange dans un bocal du chloral avec du sang récemment tiré de la veine et conservé à la température du corps, et qu'on fasse passer un courant d'air à travers ce liquide, on sent, d'une manière manifeste, par l'odeur, la présence du chloroforme.

Le chloral se transforme donc partiellement en chloroforme au contact du sang. Le principe posé par M. Liebreich, dès le début de ses recherches, se trouve ainsi confirmé et mis hors de doute.

A l'occasion du travail de M. Bouchut, M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie, a fait une observation aussi neuve que juste. Depuis quelques années, deux substances voisines, au point de vue chimique, le chloroforme et le chloral, ont pris place, a dit M. Dumas, parmi les plus précieux agents de la thérapeutique : le chloroforme pour la chirurgie et le chloral pour la médecine. Bien d'autres composés sont sans doute dans le même cas. Quel champ vaste et inexploré s'ouvre aux travaux des jeunes

Digitized by Google

médecins! Au lieu de chercher uniquement, comme le faisaient les anciens, des remèdes préparés par la nature dans les plantes, dans les simples, comme on le disait au siècle dernier, les médecins ont aujourd'hui sous la main cette foule de substances artificielles nouvelles que la chimie organique met à leur disposition. L'exemple du chloroforme et celui du chloral montrent clairement combien cette étude serait fructueuse pour les progrès de l'art de guérir.

10

Trois anesthésiques nouveaux.

Le docteur Rabuteau, se fondant sur ce que des corps, analogues au point de vue chimique, présentent une grande ressemblance dans leurs effets physiologiques, a pensé que le *bromoforme* devait produire sur l'économie animale des effets semblables à ceux du chloroforme, et que le *bromal* et l'*iodal* devaient agir comme le chloral. Les expériences qu'il a tentées ont justifié ses vues.

Bromoforme. — Un rat, placé dans un bocal, avec une éponge imbibée de cinq à six gouttes de bromoforme, s'endort et est anesthésié complétement au bout d'une demi-minute à une minute; l'anesthésie dure deux à trois minutes. On peut la maintenir indéfiniment en continuant les inhalations de bromoforme. L'animal revient ensuite complétement à lui-même.

M. Rabuteau a voulu anesthésier un chien, en lui faisant respirer du bromoforme, mais la quantité de liquide qu'il avait à sa disposition était trop faible. Toutefois il a obtenu une anesthésie complète, bien que l'animal ne fût pas plongé dans le sommeil, comme l'avaient été les rats. On pouvait le pincer, le piquer sous les pattes, à la queue, sans qu'il présentât la moindre sensibilité. Ses pupilles étaient extrêmement dilatées.

Digitized by Google

Ces premiers essais semblent au Dr Rabuteau devoir faire placer le bromoforme avant le chloroforme. Le bromoforme anesthésierait peut-être à doses moindres sans produire un sommeil profond et dangereux.

Bromal. — Ce corps ne diffère du chloral qu'en ce que le chlore de ce dernier est remplacé par le brome. On éprouve bientôt, lorsqu'on le manie, un larmoiement et un flux nasal. Un rat, sous la peau duquel on injecte une faible dose de ce composé dissous dans l'eau, commence à sommeiller au bout de cinq à dix minutes.

Iodal. — Ce nouvel anesthésique bout à 25 degrés, ce qui en rend le maniement extrêmement difficile. De même que le bromal, il excite fortement le larmoiement. 5 à 6 gr. de ce liquide ont été injectés dans le rectum d'un chien. L'animal a été anesthésié, mais il a eu des convulsions et il a succombé.

11

L'épilepsie et le bromure de potassium. Observations de M. Legrand du Saulle.

Voilà bien des années que l'efficacité du bromure de potassium dans le traitement de l'épilepsie est discutée, tant en France qu'en Angleterre. Jamais peut-être problème thérapeutique n'a autant divisé les praticiens. La véritable cause de ces divergences paraît enfin trouvée. Tous les résultats contradictoires, toutes les affirmations pour ou contre l'efficacité du bromure de potassium dans le traitement de l'épilepsie, s'expliquent par une simple question de dose. Pour agir efficacement contre cette affection terrible, il faut que le bromure de potassium soit employé à dose assez considérable, c'est-à-dire à dix ou douze grammes par jour. Au-dessous de cette dose, la substance est à peu près inerte. Il faut, de plus, que le bromure de potassium soit parfaitement exempt d'iodure de potassium.

Digitized by Google

Tels sont les principes qui sont développés dans une intéressante brochure de M. le docteur Legrand du Saulle, intitulée : *Pronostic et traitement de l'épilepsie*[1]. Le travail du savant médecin de Bicêtre consolera plus d'un malade, et dissipera chez plus d'un médecin le préjugé de l'incurabilité de l'épilepsie. Il prouve qu'il y aurait barbarie à abandonner à elle-même cette maladie cruelle, et que le bromure de potassium, administré à haute dose, c'est-à-dire au moins à dix grammes par jour, peut, sinon détruire absolument l'habitude épileptique, au moins atténuer les accès au point de constituer une guérison presque complète.

M. Legrand du Saulle a confirmé, dans son service de Bicêtre, les bons effets du bromure de potassium, tant contre l'épilepsie proprement dite, que pour l'apaisement des accidents nerveux en général. Pour ne parler que de la France, M. Blache à l'hôpital des Enfants-Trouvés, M. Vernois à l'Hôtel-Dieu, MM. Voisin et Fabret à la Salpêtrière, avaient déjà mis hors de doute l'efficacité du bromure de potassium, administré à la dose de sept à onze grammes. M. Legrand du Saulle ajoute à l'autorité de ces médecins le témoignage de ses propres observations à l'hôpital de Bicêtre. Il formule en ces termes les conclusions de ses nombreuses recherches sur ce point nouveau de la thérapeutique :

« Non-seulement l'épilepsie idiopathique est une affection plus souvent curable qu'on ne l'a cru jusqu'ici, mais encore il est possible, dans beaucoup de cas, d'obtenir des suspensions très-prolongées de tous les accidents épileptiques. Ces rémissions équivalent presque à des guérisons.

De tous les médicaments proposés, le bromure de potassium (absolument exempt d'iodure) est certainement le plus efficace. Lorsqu'il n'atténue pas considérablement la maladie, il abat du moins les secousses, les soubresauts, l'état nerveux, etc. Il calme sans jamais exciter.

1. Brochure in-8°, chez Savy.

Digitized by Google

Le bromure ne commence à produire des résultats appréciables chez l'adulte qu'à partir de quatre, cinq et six grammes, et il peut être élevé progressivement, selon les indications, jusqu'à neuf et dix grammes par jour.

.... Les effets physiologiques du médicament ne produisent aucun trouble sérieux dans la santé. »

Nous ajouterons que le bromure de potassium est maintenant employé avec le plus grand succès par les médecins de Paris, comme un excellent sédatif du système nerveux, comme un succédané très-efficace de l'opium, exempt d'ailleurs des inconvénients propres aux opiacés. Les insomnies, les agitations, les inquiétudes nerveuses, et en général tous les troubles du système sensitif, sont apaisés par une dose de deux à trois grammes de bromure de potassium. Il faut seulement veiller à ce que le bromure de potassium soit absolument exempt d'iodure. C'est l'affaire des chimistes.

12

Traitement de l'asphyxie par le charbon à l'aide des inhalations d'oxygène.

MM. les docteurs Linas et Limousin ont présenté, à la Société de thérapeutique, une observation sur un cas d'asphyxie lente et graduelle par le charbon, traitée et guérie par les inspirations d'oxygène.

Une domestique d'une quarantaine d'années, d'une bonne constitution et d'une excellente santé habituelle, couchait dans une mansarde étroite, basse de plafond, mal ventilée et ne recevant le jour que par un petit vasistas à tabatière, qu'elle avait pris soin, vu la rigueur de l'hiver, de calfeutrer hermétiquement.

C'était vers le 10 décembre; le thermomètre oscillait alors entre 7 et 9 degrés au-dessous de zéro. Afin de mieux se préserver encore du froid excessif de la saison, cette

Digitized by Google

femme imagina de placer, pendant la nuit, au milieu de la chambre, une sorte de *brazero* garni de braise de boulanger incandescente, recouverte d'une couche légère de cendres et de charbon de bois.

N'ayant ressenti d'abord qu'un malaise passager, elle ne songea pas à l'attribuer à son mode de chauffage, et elle continua, les nuits suivantes, à recourir à ce détestable procédé.

Au bout de trois ou quatre jours, elle éprouva quelques vertiges et fut prise de vomissements après ses repas.

Ne soupçonnant toujours point la cause de son indisposition, elle persista à chauffer, chaque soir, sa mansarde avec un mélange de braise et de charbon.

Cependant, le 14 décembre au matin, la pesanteur de tête et les vertiges furent tellement intenses que la malade eut peine à se lever, fit dans sa chambre quelques pas chancelants et alla tomber à la renverse dans l'escalier.

On vint immédiatement à son secours; on l'exposa au grand air; on lui fit respirer du vinaigre, de l'éther et autres liquides volatils et excitants; on pratiqua des frictions énergiques sur le tronc et sur les membres.

Un peu remise par ces soins, la malade essaya de reprendre ses occupations. Mais le retour des vertiges, la persistance de la céphalalgie, et les vomissements provoqués par l'ingestion des plus petites quantités d'aliments, donnèrent l'éveil à ses maîtres, qui furent frappés, en outre, de la teinte violacée de la peau de la malade.

On présuma, avec raison, que tout ce mal provenait d'un état asphyxique causé par les inspirations réitérées des vapeurs du charbon; et à dater de ce jour, elle renonça à chauffer sa mansarde avec son brasier.

C'est à cette époque, une dizaine de jours environ après le début des accidents, que M. Linas vit la malade.

Ce qui frappait avant tout, c'était la coloration bleuâtre, cyanosée, de tout le tégument externe. Cette teinte était plus particulièrement prononcée sur le visage, au cou, sur la partie antérosupérieure de la poitrine et sur la face dor-

Digitized by Google

sale des mains. Dans toutes ces régions, la peau présentait un aspect véritablement ardoisé. La membrane muqueuse des lèvres participait aussi à la cyanose du tégument cutané.

Ayant reconnu au symptôme que présentait la malade un état d'intoxication asphyxique, M. Linas l'adressa à M. Limousin, afin de la soumettre aux inhalations d'oxygène.

Dès la première séance, la malade éprouva une amélioration notable; elle continua régulièrement les inhalations pendant une semaine, et le 30 décembre toute trace d'intoxication carbonique avait disparu.

Voici le traitement que fit subir à la malade M. Limousin :

Le premier jour il lui fit respirer 15 litres d'oxygène pur à l'aide de l'inhalateur dont il est l'inventeur, en lui conseillant de respirer le gaz lentement, de le laisser séjourner dans les poumons le plus longtemps possible afin de faciliter l'absorption. M. Limousin augmenta chaque jour la dose d'oxygène de 2 litres.

Dès le troisième jour du traitement les vertiges disparurent, et la malade avait pu supporter quelques bouillons et même des potages sans les vomir. Au cinquième jour la teinte cyanosée avait complétement disparu sur la face et sur les mains, et les aliments étaient supportés comme avant l'accident. Le sixième jour le mieux continua, et le septième elle était complétement rétablie. Elle n'a depuis cette époque, comme l'a constaté le docteur Linas, éprouvé aucun trouble dans sa santé.

En analysant les gaz expirés par la malade, M. Limousin trouva d'abord 1 pour 100 d'acide carbonique, c'est-à-dire la moitié du chiffre normal donné par M. Béclard pour une personne adulte bien portante. La dernière analyse, celle du 29 décembre, a donné 5 pour 100.

En résumé, cette femme a été soumise pendant une semaine aux inhalations d'oxygène, et l'exhalation de l'acide carbonique, excessivement faible au début, a marché en

Digitized by Google

progressant jusqu'au septième jour, au point de devenir plus considérable que dans la respiration normale. Cette augmentation dans la production de l'acide carbonique a coïncidé avec la diminution de la teinte cyanosée qui avait totalement disparu dans les derniers jours.

Il y a donc lieu de tirer de ce fait cette conclusion, qu'un excès d'oxygène a été nécessaire à cette femme pour débarrasser son économie de tout l'acide carbonique qui s'y était fixé à la suite de son accident.

L'analyse des gaz expirés démontre qu'au début du traitement, dans l'acte de la respiration, l'air entrait et sortait des poumons sans avoir produit les phénomènes ordinaires d'oxydation, et que le retour à l'état normal a été obtenu par l'influence des inhalations de gaz oxygène pur.

Les inhalations d'oxygène sont donc un moyen des plus efficaces pour combattre les effets de l'asphyxie par le charbon.

13

Emploi de l'électricité contre les accidents produits par les inhalations d'éther et de chloroforme.

M. Abeille pose les conclusions suivantes :

1° Les accidents qui résultent parfois des inhalations de l'éther et du chloroforme dépendent de troubles imprimés aux systèmes nerveux, et consécutivement aux fonctions qu'ils régissent, de même que le sommeil, l'insensibilité et le relâchement musculaire obtenus au point désiré pour soustraire les malades aux douleurs des opérations, sont dus à un trouble momentané du système cérébro-rachidien.

2° L'électricité mise en jeu au moyen d'aiguilles implantées sur divers points du corps, et notamment sur l'axe cérébro-spinal, réveille promptement le malade, dissipe l'insensibilité et met immédiatement les muscles en état de relâchement. Elle constitue, d'après les expériences

Digitized by Google

de M. Abeille, le moyen le plus prompt, le plus sûr, le seul sur lequel on puisse compter pour rappeler à la vie des malades chez lesquels les inhalations chloroformiques auraient dépassé les limites prévues par le médecin. C'est là, selon l'expérimentateur, le meilleur moyen thérapeutique auquel on doive s'adresser immédiatement et sans perdre de temps dans ces circonstances déplorables.

14

De l'emploi thérapeutique de la fumée d'opium contre les affections des voies respiratoires.

Au mois de décembre 1868, le docteur Armand, médecin militaire, a lu sous ce titre un mémoire à l'Académie de médecine. Son travail commence ainsi :

« Nous avons publié en 1865, dans la *Gazette médicale de Paris*, une série de feuilletons sur *les fumeurs et les mangeurs d'opium dans l'Indo-Chine*.

Nous ne reviendrons pas sur cette question de coutume populaire touchant à l'économie politique et à l'hygiène publique. Nous ne voulons aujourd'hui qu'attirer l'attention du monde médical sur son côté thérapeutique. Nous terminions en effet notre étude par ces réflexions : « Nous croyons que médicalement parlant la fumée d'opium peut être très-utile, très-salutaire, dans une foule de cas. Rappelons que Sydenham déclarait qu'il aurait plutôt renoncé à l'exercice de la médecine qu'à l'emploi de l'opium. Or, disions-nous, l'illustre médecin anglais eût assurément utilisé la fumée d'opium, à la mode chinoise, s'il l'avait connue et étudiée comme nous. Eh bien! après plusieurs années d'expérimentation, pendant lesquelles nous avons employé la fumée d'opium comme agent médicamenteux, nous ne voulons pas différer plus longtemps de donner communication de ce moyen facile, inoffensif, très-fructueux et immédiat à diriger contre toute une série d'affections inflammatoires, chroniques et névralgiques de la poitrine surtout.

« Nous disons immédiat, car la fumée d'opium va sur les muqueuses des voies respiratoires, entre toutes les parties actives volatilisées. »

Digitized by Google

L'auteur explique ensuite la manière de fumer l'opium, en insistant sur ce point qu'il faut faire, non pas des aspirations buccales, mais bien d'amples inspirations pulmonaires, pour remplir les bronches d'air chargé de fumée d'opium, et il ajoute :

« Entre autres effets physiologiques de la fumée d'opium, nous noterons les suivants : une personne bien portante qui fume l'opium pour la première fois, trouve la fumée agréable et suave au goût et à l'odorat. Dès la première pipe on est fumeur.

Maintenant, combien de grains d'opium un fumeur adulte peut-il brûler sans être influencé ?

Nous avons, au début de nos essais personnels, étudié maintes fois ce point de la question, et nous pouvons affirmer qu'avant d'avoir brûlé 50 centigrammes d'opium, soit 10 grains, nous n'avons jamais été influencé d'une manière sensible. Au delà il y avait de la chaleur générale, et pendant le sommeil agité, disons-le bien, des rêves rien moins qu'agréables, mais avoisinant plutôt le cauchemar. Il n'y a donc pas danger à être entraîné au delà de ce qu'on veut et doit faire en fumant de l'opium, nous en sommes garant. Il y a lieu de demander ce qu'on fume en brûlant un grain d'opium : nous répondrons que les principes constitutifs de l'opium (morphine, codéine, narcéine, etc.) étant volatilisés par la flamme de la pipe à opium, formant chalumeau en retrait, sont aspirés en totalité. D'autre part, nous ajouterons que l'opium du Codex étant titré au 10e de morphine, 10 grains brûlés donnent 1 grain de morphine aspiré.

En se tenant dans de justes limites, c'est-à-dire de 1 à 10 grains, à brûler dans les 24 heures, on obtient une action sédative et médicatrice très-salutaire dans les cas ci-après : en première ligne, les bronchites et laryngites chroniques, sans exclure les cas de ces affections à l'état aigu ; la coqueluche chez les malades capables de fumer la pipe à opium ; l'asthme, l'angine de poitrine, les palpitations nerveuses, la gastralgie, l'entéralgie, les névralgies faciales, etc. »

Convaincu, par dix ans d'expérience personnelle, faite sur de nombreux clients, de l'efficacité de la fumée d'opium contre les affections des organes respiratoires, le docteur Ar-

Digitized by Google

mand a voulu, après la question scientifique, s'occuper de la partie matérielle. Sur ses modèles on a fait la reproduction des pipes qu'il a rapportées de Chine, et les nouveaux appareils pour l'emploi thérapeutique de la fumée d'opium seront prochainement déposés chez un des principaux fabricants d'instruments de chirurgie, pour être mis à la disposition des praticiens.

Dans nos climats, où les affections des voies respiratoires sont prédominantes, il y a là un moyen héroïque dont assurément la pratique médicale saura tirer parti.

13

Nouveau procédé pour la transfusion du sang.

M. de Bélina a exécuté les expériences dont nous allons parler, en 1868, dans le laboratoire physiologique du professeur Helmholtz, à Heidelberg.

Suivant lui, les causes principales de l'insuccès de la transfusion du sang, et par suite du discrédit où est tombé ce système en France, sont : l'emploi de sang non défibriné, le défaut de mesure de la quantité de sang à employer, et l'imperfection des instruments et des procédés opératoires.

L'emploi de sang non défibriné amène inévitablement la coagulation dans les tubes de l'appareil. Alors, ou bien la transfusion devient impossible, ou bien on peut introduire des caillots dans la veine, et l'opération devient dangereuse et même fatale. Si les caillots sont trop grands, obstruction de l'artère pulmonaire et mort immédiate ; si la mort n'est pas immédiate, elle peut venir d'une embolie produite par le dépôt des caillots, dans un endroit quelconque de la circulation.

La fibrine n'est pas une partie essentielle du sang et peut en être retranchée sans inconvénient ; bien plus, l'opération que l'on fait subir au sang pour le défibriner a

Digitized by Google

l'avantage de le saturer d'oxygène et de le débarrasser de l'acide carbonique.

Quant à la quantité, dit M. de Bélina, on a souvent employé, ou trop de sang, ou trop à la fois : de là, afflux au cœur, paralysie consécutive, ou tout au moins congestions dangereuses dans différentes régions de l'organisme.

Jusqu'à présent on a inventé au moins vingt appareils différents, sans qu'aucun satisfasse à toutes les conditions requises. Ces conditions sont :

1° Que l'appareil puisse être tenu dans un état de propreté parfaite ;

2° Que sa capacité soit suffisante pour contenir la quantité nécessaire de sang, et qu'il puisse être manié facilement et avec précision ;

3° Qu'il soit possible de conserver au sang la température voulue ;

4° Que l'introduction des bulles d'air dans la veine soit rendue impossible.

L'auteur décrit ici l'appareil qu'il emploie, pour l'usage duquel il n'est besoin que du concours d'un aide, même inexpérimenté, et qui peut servir avec utilité dans les infusions et injections histologiques. Arrivons aux résultats :

M. de Bélina a employé, dans deux cas, la transfusion avec un succès complet. Le premier est un cas d'éclampsie puerpérale. Voici les détails de l'observation.

Fille de vingt-trois ans; trente-trois accès, coma, insensibilité, pouls intermittent, la respiration cessant tout à fait par moments; depuis trente-six heures la malade ne peut prendre ni aliments ni médicaments, à cause du trismus; elle est abandonnée par les médecins. L'auteur essaye la transfusion. Après une saignée préalable de 420 grammes, on injecte 210 grammes du sang défibriné d'un jeune confrère. Immédiatement après l'opération, reprise de connaissance ; les accès cessent, amélioration lente. Après trois semaines, la malade guérie quitte l'hôpital et se porte bien jusqu'à présent. (Ceci se passait dans la clinique obstétricale d'Heidelberg, en janvier 1868.)

Digitized by Google

Le second cas s'est présenté en avril 1869, à Carlsruhe. Une dame russe, à la suite d'un choc dans le chemin de fer, était accouchée prématurément d'un enfant asphyxié par la constriction du cordon. Après avoir infusé 30 grammes du sang défibriné pris sur le placenta de la mère, dans la veine ombilicale, M. de Bélina obtint une révivification subite et durable de l'enfant.

16

Les hospices d'ivrognes aux États-Unis.

Il existe quatre *hôpitaux d'ivrognes* aux États-Unis. Le plus ancien a été fondé à Boston en 1857, le deuxième à New-York, le troisième à Médiah; le dernier a été créé à Chicago en 1868.

On ne s'étonnera point de la création de pareils établissements, lorsqu'on apprendra qu'aux États-Unis, en 1868, l'ivrognerie a conduit 150 000 personnes en prison, causé 1000 cas d'aliénation mentale, 1500 assassinats et 2000 suicides!

On entre de plein gré dans ces asiles, où l'on fait une guerre impitoyable à ce vice dégradant. Pourtant il est question d'en ouvrir d'autres où l'on enfermerait d'office les ivrognes récalcitrants. Le régime y est sévère; mais on sort de l'hospice sur une réclamation des parents ou des amis qui vous y ont amené.

Les ivrognes s'y rendent accompagnés d'un parent ou d'un ami; la plupart y entrent ivres morts, ayant voulu dans une dernière et solennelle débauche dire adieu à la bouteille. Quelques-uns y viennent ivres, entraînés, soit par un fils, un neveu, un frère, qui ont dû griser une dernière fois l'ivrogne pour l'amener sans résistance à l'asile.

Beaucoup entrent à l'hospice entièrement épuisés par l'abus des alcooliques; il n'est point rare d'en trouver en

Digitized by Google

plein *delirium tremens*, auxquels on fait endosser la camisole de force.

Tous ont une santé délabrée, le corps affaibli, l'esprit démoralisé, conséquences terribles de l'alcool. En arrivant dans l'établissement, ils signent l'engagement d'en suivre docilement les règles et le régime. Ce régime consiste à éloigner les pensionnaires de toute tentation, à leur donner une nourriture tonique, à stimuler leurs forces, à les encourager dans le bien.

C'est ordinairement au bout de trois mois qu'on aperçoit un changement dans le système du sujet. A la grossièreté, l'ineptie, l'entêtement, la stupidité et la méchanceté, succèdent la politesse, la docilité et l'intelligence.

Beaucoup de personnes croient à tort que certains buveurs mourraient infailliblement si l'on venait à les sevrer brusquement de liqueurs alcooliques. Le cas suivant, cité par le docteur Day, médecin en chef de l'hôpital de New-York, montre le peu d'exactitude de cette opinion :

Un ivrogne endurci, après avoir pris tous ses arrangements pour être admis dans l'établissement, recule, aussitôt après son entrée, à l'idée de commencer immédiatement le traitement. Il veut revenir chez lui, passer encore une journée à boire. Il insiste, il supplie; le docteur Day refuse; il demande de l'alcool; refus encore. Durant quarante-huit heures il souffrit beaucoup de cette abstention forcée, sans pouvoir sommeiller, à ce point que pour l'endormir on eut recours au bromure de potassium. Mais dès le troisième jour, les insomnies cessèrent. Au bout de deux ans d'abstinence, le malade est devenu vigoureux, bien portant et ne boit plus d'alcool.

17

Le crime de Troppmann et la santé publique.

« Informez-vous, auprès des hôpitaux, des asiles qui recueillent les perturbations intellectuelles, dit le docteur Simplice

Digitized by Google

dans l'*Union médicale* ; vous verrez que chaque commotion politique ou sociale, que chaque grand événement de l'ordre moral, que tous les crimes retentissants font payer un tribut fatal à l'intelligence humaine, détendent ou rompent les cordes de la sensibilité, et impriment à certains organismes prédisposés une surexcitation maladive ou un affaissement irrémédiable. L'abominable crime de Pantin ne fait pas exception à cette loi. Il n'est pas de médecin, à Paris du moins, qui n'ait eu à constater quelque grave désordre de l'intelligence ou de la sensibilité, causé par l'émotion profonde que cet événement a suscitée dans toutes les classes de la société. Les névroses préexistantes ont pris de l'acuité, et celles qui étaient en germe ont fait explosion. L'assassin de Pantin n'a pas fait toutes ses victimes dans le champ Langlois. L'horreur de ses forfaits a déplorablement retenti sur des intelligences excitées, sur des imaginations vives, sur les sensibilités exaltées. Troppmann, en dehors de son crime et comme tous les assassins passés, aura son martyrologe névropathique.

Le médecin constate avec douleur que la publicité excessive, effrénée donnée aux lugubres récits de l'assassinat, a une fâcheuse influence sur la production ou sur l'aggravation des névropathies. Insomnies, cauchemars, palpitations, sensibilité exagérée, pleurs sans motifs, terreur sans sujet, attaques d'hystérie, tremblements, chorée, tout le singulier ou douloureux cortége des névroses plus ou moins accentuées des divers appareils, voilà les scènes pathologiques fréquentes auxquelles assistent les médecins depuis le drame de Pantin : heureux quand ces accidents névrosiques ne vont pas jusqu'à l'explosion de l'épilepsie ou de l'aliénation mentale. Le devoir des médecins témoins de ces faits est de les divulguer, non dans leur individualité, ce qui est contraire à la déontologie médicale, mais dans leur ensemble et comme avertissement salutaire. Qu'il soit ou non possible d'éviter ces fâcheux résultats, le médecin n'a pas à s'en occuper ; il dit à la société : « Voilà une cause de mal ; cherchez le remède, s'il « y en a un. »

Digitized by Google

AGRICULTURE.

1

Utilisation et épuration des eaux d'égout.

L'utilisation et l'épuration des eaux des égouts de la capitale continuent d'occuper, avec juste raison, les hygiénistes et les savants. Les eaux des égouts de Paris sont depuis plusieurs années, soumises à une épuration ayant pour but de rendre possible leur emploi dans l'agriculture. Nous allons donner une idée des résultats déjà obtenus.

Les eaux de tous les égouts de la capitale se réunissent aujourd'hui dans deux grandes rivières souterraines, désignées sous le nom d'*égouts collecteurs*, lesquels, après leur jonction, vont déboucher dans la Seine, en face d'Asnières. La pente seule des égouts, habilement ménagée, suffit pour faire écouler dans la Seine toutes ces eaux, ainsi que les vases et sables de toute nature qu'elles entraînent.

Le volume que roule cette rivière souterraine est de 70 millions de mètres cubes par an, ce qui correspond à un débit moyen de $2^{m},20$ par seconde ou de 190000 mètres cubes par jour. Ce débit varie d'ailleurs suivant les heures de la journée, en raison de la marche du service domestique, qui a lieu plutôt pendant le jour que pendant la nuit, et du lavage et de l'arrosage des rues, qui sont faits à huit heures du matin et à quatre heures du soir. Le débit de l'égout collecteur, très-faible à six heures du matin, croît continuellement jusqu'à son maximum, qui se trouve vers

Digitized by Google

midi, reste stationnaire jusqu'à six heures du soir, et redescend graduellement jusqu'à son minimum, à six heures du matin. Des variations du même genre dans le débit des égouts ont lieu suivant les saisons de l'année; elles proviennent des pluies, de l'abondance des arrosages en été, de l'évaporation, etc. Leur débit, faible en janvier et en juillet, s'élève au maximum dans les mois de juin et d'octobre. Enfin, on a remarqué que les égouts ne reçoivent que les six dixièmes des eaux qui sont versées sur la ville par les pluies, l'arrosage des rues ou la distribution des eaux potables; le reste est absorbé par l'évaporation ou détourné pour des usages divers.

Le déversement dans la Seine de ce cours d'eau souterrain, qui charrie par an 140 000 mètres cubes de matières solides éminemment putrescibles, serait une source de graves inconvénients, soit par des atterrissements qui troubleraient le régime de la rivière, soit par les émanations qui se répandraient dans l'air. Ce système ne pouvait donc être définitif; on ne pouvait, sans danger, continuer longtemps de confier à la Seine le soin d'absorber et de faire disparaître tous les résidus de la capitale. Dès que le grand égout collecteur a été ouvert, on s'est donc préoccupé de chercher pour les eaux des égouts un emploi qui les dénaturât rapidement.

Les eaux d'égout sont tantôt noirâtres, tantôt grisâtres, et varient souvent d'aspect; mais elles sont toujours essentiellement visqueuses, et le repos ne suffit pas pour les clarifier; leur passage à travers un filtre ne peut même se faire qu'après un temps très-long, une journée par exemple. Ce caractère disparaît quand on les mélange avec une petite quantité d'un sel métallique. La matière glutineuse qu'elles contiennent forme alors un véritable savon insoluble, et, quand on les laisse en repos, il s'opère un collage par le dépôt tranquille de ce précipité. On avait déjà essayé, dans plusieurs contrées, de faire une épuration de ce genre, mais elle n'avait pu être pratiquée que dans des conditions onéreuses; la *chaux* pure, par exemple, dont on s'était servi,

Digitized by Google

devait être employée à dose précise, une trop grande quantité empêchant la précipitation du dépôt. La *dolomie calcinée*, donnant de la chaux et de la magnésie mélangées, par lesquelles on croyait pouvoir faire précipiter le phosphore et l'azote à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, n'avait pas fait atteindre ce but, parce que sans doute ce sel n'était pas assez insoluble. On avait éprouvé des difficultés assez sérieuses pour obtenir un lait de chaux toujours de même concentration, et pour le mélanger convenablement dans les eaux à épurer.

Le perchlorure de fer, qui a été employé à Bruxelles, a aussi été essayé à Paris. Il clarifie assez bien les eaux troubles, mais les résultats obtenus manquent de régularité et de constance; les doses doivent varier; l'eau clarifiée, après une exposition à l'air de quelque durée, devient trouble et ocreuse, et a dès lors un aspect sale et repoussant. Il est probable que dans l'emploi du perchlorure de fer il se forme des crénates, apocrénates et autres sels de cette famille qui, insolubles à l'abri de l'air, deviennent solubles dans l'eau aérée, plus tard donnent lieu à des dépôts ocreux de sous-sulfates de fer ou d'autres sels analogues. Le sulfate d'alumine, qui a été employé ensuite sur les indications de M. Le Chatelier, a parfaitement rempli toutes les conditions de la question.

L'agriculture seule pouvait présenter un débouché assez vaste pour utiliser ces eaux. On avait pour exemple, dans ces recherches, les irrigations par des eaux d'égout qui, à Milan, à Édimbourg et à Valence (Espagne), fertilisent de vastes prairies et les plus riches cultures qui existent en Europe.

Dans la banlieue de Paris, où les prairies sont peu étendues, c'était surtout la culture maraîchère qui pouvait fournir l'emploi de ces eaux. Cependant l'irrigation des terres ne peut être faite que pendant certaines saisons. On n'aurait donc trouvé aucun emploi du débit de l'égout pendant un tiers de l'année au moins. Cette difficulté a été levée par la mise en pratique de l'indication faite par M. Le

Digitized by Google

Chatelier, de clarifier les eaux d'égout par le sulfate d'alumine, de même que dans l'Orient, en Égypte, en Chine, etc., on purifie les eaux potables par l'addition d'une très-petite quantité de sulfate d'alumine.

Pour s'éclairer sur toutes ces questions, la ville de Paris a organisé depuis quelques années un système complet d'études, de jaugeages, d'analyses de laboratoire, enfin un essai pratique sur un terrain d'un hectare et demi, où on a employé d'une manière variée un volume d'eau d'égout égal à 1/400e de celui que fournit le grand collecteur.

Ces études ont montré que ces eaux contiennent, par mètre cube, 3 kilogrammes de matières étrangères, dont 2 kilogrammes en suspension et 1 en dissolution. Les essais de laboratoire ont prouvé que ces eaux sont riches en azote, en acide phosphorique et en potasse, et que leur valeur pour l'agriculture peut être évaluée à 10 centimes par mètre cube. Lorsqu'elle est clarifiée par le sulfate d'alumine, l'eau blonde surnageante vaut encore 6 centimes par mètre cube. Quant au dépôt formé par précipitation, il vaut 20 francs par mètre cube. D'après cela, les eaux des égouts de la capitale ont une valeur de 7 millions, se partageant en 4 millions pour les matières solides et 3 millions pour les eaux clarifiées.

Les études pratiques ont montré que la clarification des eaux d'égout peut être faite en grand, sans difficulté, dans un espace restreint. Les bassins d'épuration n'ont que 30 mètres de longueur, et l'eau sort du filtre de pierre qui les termine avec l'aspect du courant d'un ruisseau ordinaire.

La quantité de sulfate d'alumine employée et les frais de main-d'œuvre ont fait revenir l'épuration à 2 centimes par mètre cube. Le dépôt, dont la composition est la même que celle des précipités obtenus dans le laboratoire, n'a été pourtant que les 70 pour 100 de ce qu'avait indiqué l'analyse chimique. Ce dépôt était sans odeur, devenait rapidement compacte, et était facile à manier à la pelle.

Au point de vue de la salubrité, ces essais, continués

Digitized by Google

pendant dix-huit mois, n'ont eu aucun inconvénient pour les propriétés voisines, qui n'en ont ressenti ni gêne ni odeur incommode.

En arrosant avec les eaux d'égout non clarifiées les terres cultivées et portant divers produits agricoles, on a obtenu des récoltes d'une très-grande beauté. Des résultats de culture, aujourd'hui incontestables, prouvent qu'avec l'arrosage par l'eau des égouts on peut obtenir un revenu annuel de 4400 francs d'un hectare de terrain qui dans la plaine voisine ne rapporte que de 800 à 900 francs.

Ainsi, ces eaux, qui seraient nuisibles si elles étaient rejetées à la rivière, deviennent pour l'agriculture un moyen de richesse.

Faisons toutefois remarquer que, pour obtenir ces résultats avantageux, il faut combiner un arrosage judicieux par les eaux troubles naturelles avec l'emploi du terreau provenant de la clarification des mêmes eaux d'égout, pendant la période où l'arrosage n'est pas nécessaire, période qui dure plus du tiers de l'année. Ce terreau, très-riche en principes utiles, sans odeur, et facile à transporter, sera toujours recherché des cultivateurs, et sa production peut être indéfinie.

Une expérience en grand a été faite dans la plaine de Gennevilliers, qui est de toutes parts entourée par la Seine. A l'embouchure du grand égout collecteur ont été installées des pompes à vapeur chargées de refouler dans des conduits une partie des eaux vannes apportées par l'égout. Ces conduits, après avoir rampé quelque temps sous terre, vont aboutir à un immense réservoir situé au point le plus élevé de la plaine. De là les eaux sont déversées sur les terres en expérimentation par de nombreuses artères.

Le reste de l'eau d'égout est reçu dans trois bassins profonds de 2 mètres, où s'épure le liquide fétide et noirâtre. A cet effet, on emploie 200 grammes de sulfate d'alumine par mètre cube d'eau vanne. Les matières en suspension se précipitent. L'eau clarifiée ainsi s'écoule dans le fleuve. Le

Digitized by Google

dépôt est extrait et séché pour être répandu sur les terrains à fertiliser.

La ville de Paris a pris 10 hectares de terrain (consistant en un sol sablonneux d'une faible hauteur et recouvrant un banc de cailloux), sur lesquels elle concède à des horticulteurs qui en font la demande certaines parties qu'elle irrigue gratuitement. On y cultive fourrages, légumes, céréales, fleurs, etc. Tout y acquiert un développement très-remarquable. La séve est plus riche, la vigueur plus grande que dans les terrains qui n'ont pas été soumis à cet arrosage. Sur une même bande de terre, les plantes du milieu ont moins d'exubérance que celles des bords où coule l'eau, riche en principes fécondants. Il se fait sur le terrain sablonneux un dépôt sous forme de colmatage qui est destiné à le modifier considérablement après quelques années d'une pareille irrigation. Il se crée donc à Gennevilliers, et plus tard il se créera autour de Paris et des grandes villes, de vastes cultures maraîchères qui transformeront en plantes nutritives les boues et les fanges des cités.

Les résultats que nous venons de faire connaître concernant l'utilisation des eaux d'égout dans la capitale n'intéressent pas seulement la ville de Paris; ils seront un enseignement utile pour plusieurs villes de l'Europe, qui se préoccupent de la même question.

A Londres, par exemple, les procédés de ce genre sont à l'étude; mais on n'est pas encore exactement fixé sur le système à adopter, de sorte qu'il serait impossible de faire connaître aujourd'hui avec certitude les différents systèmes entre lesquels se partagent les préférences des ingénieurs.

On est plus avancé dans une autre ville de France, à Reims. Là, deux ingénieurs, MM. Houzeau, ont fait adopter, après plusieurs années d'essais, un procédé qui paraît excellent pour la purification des eaux provenant des égouts.

A Reims, de nombreuses laveries de laines, teintureries, etc., déversent continuellement dans la petite rivière de Vesle, qui traverse la ville, des quantités considérables de

Digitized by Google

corps gras, de savon, ainsi que différents débris organiques. Ces matières, en se décomposant au sein de l'eau, l'infectent profondément; l'infection s'étend jusqu'à 50 kilomètres de distance. Il se fait même dans le lit de la rivière des dépôts limoneux tellement abondants qu'ils en obstruent le cours. Ces dépôts représentent chaque année un poids de 13000 tonnes de vase. On comprend dès lors combien les eaux provenant des égouts de la ville de Reims doivent être chargées de substances organiques, et quels avantages on pouvait espérer d'une méthode permettant d'extraire de ces résidus les matières organiques utilisables dans l'agriculture.

Le procédé employé par MM. Houzeau pour obtenir ce résultat consiste à ajouter aux eaux d'égout un mélange de lait de chaux et de sulfate de fer. Le sulfate de fer étant décomposé par la chaux, laisse déposer de l'oxyde de fer, lequel, agissant à la manière de l'alumine, forme, avec les matières organiques dissoutes et en suspension, une espèce de *laque* insoluble, qui se dépose, entraînant avec elle la presque totalité des matières organiques. Ce dépôt est recueilli et mis à part pour servir d'engrais. Quant à l'eau qui a fourni ce dépôt, comme elle est limpide et sans odeur, on la rejette à la rivière.

Le sulfate de fer est un produit chimique d'un emploi assez dispendieux. MM. Houzeau ont substitué avec avantage à ce sel du charbon, qui produit insensiblement le même effet, et qui, en outre, a l'avantage de décolorer parfaitement l'eau et de retenir les gaz nuisibles. Comme il existe aux environs de Reims des gisements abondants de lignite, qui n'est qu'une variété de charbon, c'est ce produit naturel qui est utilisé comme charbon. Pour 1 mètre cube d'eau d'égout, MM. Houzeau emploient à peu près 2 kilogr. 1/2 de lignite et 600 grammes de chaux.

Le traitement des eaux d'égout se fait à Reims dans un grand terrain divisé en bassins, et qui est situé entre le canal de la Marne au Rhin et le chemin de fer de l'Est, ce qui permet d'expédier par cette double voie, vers les

Digitized by Google

contrées agricoles environnantes, les produits de l'opération.

Le dépôt se fait rapidement. D'abord vaseux, il prend bientôt de la consistance et forme une substance qui, desséchée, est vendue comme engrais aux agriculteurs.

MM. Houzeau ont encore varié ce procédé en augmentant la quantité de charbon. Ils obtiennent ainsi des espèces de vases charbonneuses, qui, mises sous forme de briquettes, constituent un bon combustible.

2

Production artificielle de la terre arable.

M. Duponchel, ingénieur des ponts et chaussées, a proposé un projet qui consiste à reproduire artificiellement la marne à l'état d'alluvion limoneuse, par l'imitation des procédés de la nature.

La terre végétale, dit M. Duponchel, se compose de deux éléments, l'un inerte qui est le sable, et l'autre actif qui est la marne. Le sable quartzeux n'agit que comme matière divisante, en restant étranger à toute action d'assimilation végétale. La *marne* doit contenir à l'état de division impalpable les matières assimilables contribuant à la nutrition des plantes; elle se divise en deux composantes principales, auxquelles on peut rapporter toutes les autres : l'argile, qui est le produit de désagrégation des matières feldspathiques, et le calcaire, qui est le résultat de la désorganisation des roches sédimentaires. La première contient la silice, l'alumine, la potasse, le fer, le fluor, etc.; la deuxième, la chaux, la magnésie, les sulfates, les phosphates, etc.

Toute terre qui contient une matière inerte et les deux composantes de la *marne* est fertile. Toute terre à laquelle manque soit l'élément inerte, soit l'une des deux composantes de l'élément actif, est inféconde et ne devient productive que si on lui restitue l'élément qui lui fait défaut.

Digitized by Google

La science agricole consiste donc à fournir au sol les matières minérales qui lui manquent, à les compléter par un amendement convenablement choisi. Sur un sol quartzeux cet amendement doit être argileux et calcaire, comme dans les Landes et dans la Sologne ; argileux dans les terres crayeuses de la Champagne ; calcaire dans les sols argileux.

Ces diverses opérations dans la pratique agricole constituent le *marnage*. La marne apporte toujours avec elle une partie des substances qui manquent au sol, mélangées avec d'autres matières qui font plus ou moins double emploi avec celles qu'il contenait déjà. L'agriculteur peut rarement choisir, il doit prendre la marne au plus près, heureux quand il en trouve à proximité, et, dans ce cas même, la marne constitue, par le fait de l'extraction, du transport et du répandage, une matière d'un prix élevé, qu'on ne peut employer qu'en quantité insuffisante et dont la nature est rarement en rapport avec les exigences du sol auquel on l'adapte.

On comprend quels résultats plus satisfaisants on obtiendrait si, n'ayant plus à s'inquiéter de la question de transport, on pouvait aller au loin chercher la marne la plus convenable, et si, mieux encore, on pouvait la fabriquer de toutes pièces, en y incorporant les substances minérales les plus utiles.

La marne n'est qu'un terrain de sédiment formé par le dépôt de matières minérales broyées par les eaux, transportées en état de suspension par un courant. Dans nos rivières actuelles, elle constitue l'alluvion limoneuse, amendement en général très-fertilisant.

Pour réaliser le projet de M. Duponchel[1], il s'agirait d'appliquer la force mécanique des eaux courantes dérivées de leur lit à la sortie des montagnes limitant nos principaux bassins, et maintenues par les lignes de faîte, pour produire un triple travail, comprenant : l'abatage de masses minérales convenablement choisies sur le flanc des collines et des plateaux qui s'étagent au pied des monta-

Digitized by Google

gnes; la trituration et le mélange de ces débris, leur transport et leur répandage à l'état de couche limoneuse d'une épaisseur déterminée à la surface des sols à régénérer.

La première application de ce procédé pourrait servir à la fertilisation des landes de Gascogne. Cette région présente un vaste plateau de 1 200 000 hectares de sables infertiles, s'épanouissant en éventail, avec une pente uniforme dans tous les sens, à partir d'un point culminant élevé de 150 mètres au-dessus du niveau de la mer. Une ligne de faîte continue et d'inclinaison régulière rattache ce point culminant au plateau de Lannemezan, adossé lui-même aux derniers chaînons des Pyrénées.

Le plateau de Lannemezan et les innombrables collines qui s'en détachent sont uniformément composés d'une couche épaisse d'argile ferrugineuse à la surface, reposant sur des bancs indéfinis de marnes calcaires, présentant, sur une même tranche, tous les éléments nécessaires à la fertilisation du sol des landes.

Les eaux de la Nesta, affluent de la Garonne, aboutissent déjà sur le plateau de Lannemezan, à une hauteur de 630 mètres. En utilisant, dit M. Duponchel, en dehors de la saison d'étiage, le superflu de ces eaux au moment où elles n'ont pas d'autre emploi, on pourrait, en moyenne, tous les ans, mettre en suspension dans un courant, et transporter successivement, sur tel point des landes qu'on voudrait, un cube de 12 millions de mètres d'alluvions artificielles argilo-calcaires, tirées au départ, contenant tous les éléments propres à assurer la fécondité des sables, pouvant, à raison de 500 mètres cubes par hectare, suffire à la fertilisation annuelle de 24 000 hectares qui, du jour au lendemain, passeraient de l'état de lande improductive à l'état de terre végétale de premier choix. Le chiffre des dépenses en frais de premier établissement ne dépasserait pas 14 millions; les frais annuels, intérêt de ce capital compris, n'iraient pas au delà de 1 800 000 fr., représentant 75 fr. par hectare de terre régénérée, 15 centimes par mètre cube de marne mise en place.

Digitized by Google

3

Le soufrage des fruits malades.

En 1866, M. Olivier Germain, horticulteur des environs de Dijon, remarqua que certaines variétés de poires tombaient avant la maturité, couvertes de taches noires, et fendillées d'un bout à l'autre. La pensée lui vint que cette maladie devait provenir de causes analogues à celles de la maladie de la vigne, et il résolut d'employer le soufrage à ces arbres, comme on l'emploie contre l'oïdium de la vignen.

En 1867, trois soufrages furent appliqués, à environ un mois d'intervalle : le premier aussitôt que les fruits étaient noués ; le second en juin, et le troisième à la fin de juillet. A la suite de chaque opération, on voyait les fruits grossir à vue d'œil ; les petites côtes se dessinaient autour de l'ombilic, la peau était d'un beau vert luisant ; tout, en un mot, indiquait une parfaite santé, tandis que d'autres arbres non soufrés ne portaient que des fruits pierreux, galeux et mal venants.

En 1868, les mêmes opérations furent reprises, et le même succès obtenu ; et au commencement de septembre on eut le plaisir de constater, sur les arbres soumis à l'expérience, de magnifiques poires *Saint-Germain*, *Crassanes*, etc., exemptes de taches et de gerçures, là où autrefois il n'y avait pas un seul fruit mangeable.

M. Weber, jardinier-chef de la ville de Dijon, croit que la soi-disant dégénérescence des plantes n'est, dans la plupart des cas, qu'une maladie produite par un cryptogame, comme l'est l'oïdium de la vigne, et qu'avec des soufrages raisonnés on pourra la combattre.

Des expériences consistant à enfouir avant ou après l'hiver des cendres de bois au pied des arbres, ont donné, paraît-il, de bons effets. Ces cendres aideraient à combattre la maladie des poires comme celle du raisin.

Digitized by Google

4

Les nouvelles maladies de la vigne.

Les viticulteurs du midi de la France se sont beaucoup préoccupés, en 1869, de l'invasion des racines de la vigne par un insecte parasite du groupe des pucerons, le *phylloxera vastatrix*, déjà étudié par M. Planchon, de Montpellier. L'insecte qui cause l'affection des racines de la vigne est aujourd'hui bien connu; ce qui l'est moins, c'est le moyen de le faire disparaître. Tout ce qu'on a essayé jusqu'ici dans ce but est resté infructueux; le mal n'a pas cessé de s'accroître, et les alarmes des propriétaires de vignobles sont grandes et malheureusement trop justifiées.

En présence d'un ennemi qui menace de causer autant de désastres que l'oïdium, et dans l'ignorance où l'on est encore des moyens à employer pour le combattre, il y a presque obligation, pour ceux qui ont souci des choses de l'agriculture, de communiquer au public ce qui leur paraît pouvoir conduire au but désiré. C'est à ce titre que M. Naudin, le savant directeur des serres du Jardin des plantes à Paris, a communiqué à l'Académie des sciences les idées que lui ont suggérées les lectures des nombreuses notes et mémoires qui ont été publiés sur ce sujet.

M. Naudin rappelle d'abord que les plantes assujetties à la culture ne sont jamais exactement dans leurs conditions naturelles. On les fait vivre dans un état forcé, auquel elles se prêtent plus ou moins, mais qui, à la longue, doit infailliblement modifier leur vitalité, plus souvent la diminuer que l'accroître, et quelquefois leur devenir funeste en les prédisposant à des altérations qu'elles n'éprouveraient point sans cela. Or s'il est une plante que nous ayons éloignée de ses conditions naturelles, c'est à coup sûr la vigne. Elle est étrangère à nos climats; elle tend à prendre les proportions d'un arbre; elle est grimpante et s'élève haut

Digitized by Google

quand elle trouve des appuis pour la soutenir ; elle est faite, en un mot, pour vivre dans de puissants massifs de végétaux, au-dessous desquels le sol est sans cesse enrichi par les détritus de feuilles et de brindilles qui s'y accumulent.

Il suffit de jeter les yeux sur un vignoble pour voir combien le milieu dans lequel nous la tenons est différent de celui-ci. Là, toujours forcément rabougrie par une taille périodiquement répétée, elle occupe seule le terrain, pendant une longue série d'années. Les ceps, plantés par rangs serrés, se disputent le peu de substance organique que peut encore contenir un sol depuis longtemps dépouillé de son humus, et ce sol fréquemment remué, soigneusement purgé de toute végétation étrangère, s'échauffe et se dessèche rapidement sous les rayons du soleil.

Sans doute, ce sont là des conditions obligées de la culture productive ; mais il n'en reste pas moins vrai que la vigne y échappe à la loi d'alternance, ce principe capital de la culture, sur lequel repose la théorie féconde des assolements, et que, ne recevant que rarement de l'engrais, ses racines n'ont guère à lui fournir que des matières minérales.

Quelque robuste et vivace qu'on la suppose, la vigne ne peut manquer de ressentir tôt ou tard les effets d'un état de choses si peu conforme à ses besoins et à ses tendances naturelles, et, en fin de compte, de donner prise aux maladies et aux invasions parasitiques. Une fois le mal déclaré, il fait de rapides progrès par le fait même d'un peuplement uniforme, où tous les individus sont au même degré de vitalité. Né de la culture, c'est la culture elle-même qui l'entretient et le propage.

Après ces réflexions si justes sur les mauvaises conditions qu'a faites à la vigne une culture exclusive, M. Naudin se demande quel remède on peut opposer à cet état fâcheux.

Il croit que l'on peut remédier au mal par une modification qui consisterait à remettre *temporairement* la vigne dans des conditions peu différentes de l'état naturel. Ce qui est naturel pour les plantes, c'est que les espèces diffé-

Digitized by Google

rentes croissent entremêlées. Là où l'homme n'a point troublé l'état de choses primitif, on ne voit jamais ou presque jamais les individus d'une seule et même espèce occuper exclusivement de grandes étendues de terrain, et ce n'est pas sans doute sans raison que les agriculteurs ont été conduits à mélanger ainsi les récoltes, bien que cette particularité ait été peu étudiée jusqu'ici.

M. Naudin propose donc aux viticulteurs, qui pourraient en faire l'essai, de reproduire momentanément cette condition dans les vignobles atteints par le *phylloxera* ou menacés de l'être. A cet effet, on couvrirait le sol, pendant un an ou deux, de plantes annuelles ou bisannuelles, à végétation hivernale qui, après avoir abrité le terrain en hiver et au printemps contre le soleil et la sécheresse, seraient finalement enfouies comme engrais vert. Il est permis de croire que, sous cette couverture de plantes, le sol moins échauffé, moins aéré et plus humide, ne favoriserait plus autant le développement de l'insecte, et que peut-être on arriverait par là à le faire disparaître.

La production du raisin et sa qualité seraient assurément fort diminuées cette année-là, mais si l'on pouvait, à ce prix, étouffer l'insecte et ses germes, on n'aurait qu'à s'applaudir du résultat. D'ailleurs, l'enfouissement de l'herbe introduirait dans le sol une quantité considérable de matière organique dont la vigne ne tarderait pas à profiter, et ce serait encore une compensation suffisante au déficit de la récolte.

Quelles plantes faudrait-il employer pour couvrir le sol du vignoble? Celles qui se présentent immédiatement à l'esprit sont les fourrages légumineux, le trèfle, la luzerne, le sainfoin, la féverole, etc., suivant les lieux et la nature des terrains. D'autres légumineuses, qui végéteraient en hiver sous le climat du Midi, pourraient y servir également, à condition qu'elles donnassent une herbe touffue.

Il se pourrait cependant que la diminution de la température du sol et sa plus grande humidité restassent sans action sur le parasite; dans ce cas, il faudrait recourir à des

Digitized by Google

plantes qui, outre les effets indiqués ci-dessus, agiraient directement par leurs sucs âcres ou cireux. On les trouverait principalement dans la famille des crucifères (colza, navette, moutarde, radis sauvages, etc.), et rien n'empêcherait d'y ajouter telles autres plantes indigènes et rustiques qu'on jugerait utile de leur associer.

Il serait hors de propos d'entrer ici dans de plus grands détails; les viticulteurs intéressés dans la question décideront eux-mêmes, d'après les circonstances locales et les méthodes de culture usitées dans les pays, quelles plantes conviendraient le mieux pour ce genre de service, et aussi à quelles époques elles seraient semées et enfouies avec le plus d'avantage. Quelques tâtonnements seraient inévitables. Il ne s'agit ici, ajoute M. Naudin, que d'une simple étude, d'une expérience qui pourrait se faire à peu de frais et sur une médiocre étendue de terrain. Quelques ares de vignobles y suffiraient.

Le plan proposé par M. Naudin est tout hypothétique, et l'auteur ne s'appuie sur aucune expérience personnelle. Il serait donc à désirer que quelques propriétaires du Midi de la France missent en expérience sur une vigne le système de culture entremêlée dont parle l'habile naturaliste du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Le *phylloxera vastatrix*, cet insecte de l'ordre des pucerons, contre lequel M. Naudin propose le système de culture alternante dont nous venons de parler, n'est pas le seul qui menace en la vigne. M. Lichtenstein, membre de la Société entomologique de France, a reçu d'un propriétaire d'Aspiran (Hérault), un paquet de sarments de vigne qui sont piqués extérieurement comme avec la pointe d'un couteau, et qui, intérieurement, sont remplis de petits œufs blancs, très-allongés. Parmi ces œufs apparaissent quelques larves blanches plus grosses que les œufs.

L'insecte qui a occasionné ces piqûres ne se montre pas d'habitude sur la vigne. C'est, en effet, d'après M. Lichtenstein, la petite cigale. En 1869, à Aspiran comme dans

Digitized by Google

beaucoup d'autres localités, il y a eu de nombreuses souches frappées d'insolation ou *folletées*, maladie très-insuffisamment expliquée jusqu'ici. Ces souches ont leurs sarments secs, et leur moelle offrit aux petites cigales un lit tout préparé pour venir y déposer leurs œufs.

Ces sarments, M. Lichtenstein recommande, non pas de les brûler, mais de les empiler au grenier ou au magasin, où la petite cigale, qui en sortira, mourra promptement de faim, tandis que les petites abeilles, leurs ennemies acharnées, se développeront à leur tour dans l'intérieur des sarments d'où elles sortiront au printemps prochain, à l'époque de l'apparition des cigales, dont elles feront une grande destruction.

M. Planchon, de la Faculté des sciences de Montpellier, a fait paraître en 1869 un *Rapport sur le phylloxera vastatrix* auquel nous renvoyons les agriculteurs désireux de s'édifier avec exactitude sur le ravage causé par l'insecte dont il s'agit, et sur les moyens de parer aux dangers dont il menace le vignoble.

5

Ce que devient le soufre employé au soufrage de la vigne.

M. Henri Marès a recherché ce que devient le soufre employé pour combattre la maladie de la vigne. Il résulte de ses expériences que le soufre, empruntant la chaux au sol, se transforme en sulfate de chaux. M. Marès a, en effet, trouvé du sulfate de chaux, jusqu'à la profondeur de cinquante centimètres, dans le sol de certaines vignes qui avaient été soumises au soufrage.

La rapide transformation du soufre en sulfate de chaux explique la nécessité de renouveler assez souvent les soufrages. M. Marès a reconnu que cette transformation était entièrement accomplie du 10 juillet au 25 août. Il est donc

Digitized by Google

indispensable d'administrer le soufre toutes les fois que l'oïdium se montre ou qu'il reparaît après avoir été détruit.

La transformation du soufre en sulfate de chaux est plus rapide dans les vignes fumées que dans le sol naturel. Elle n'est d'ailleurs accompagnée d'aucune production sensible d'acide sulfhydrique, et cela se comprend, puisque l'on sait que l'hydrogène sulfuré, en supposant qu'il se produise, disparaît presque instantanément au contact des corps poreux et humides, et se transforme en acide sulfurique.

M. Marès a fait une remarque importante, C'est que le nouveau parasite de la vigne, l'insecte désigné sous le nom de *puceron de la vigne* (*phylloxera*), n'a jamais été remarqué dans les vignes soumises depuis longtemps au soufrage.

6

L'essoreuse remplaçant le pressoir dans l'industrie agricole.

Il n'est pas sans intérêt de faire connaître un résultat fort curieux concernant un nouveau mode d'extraction du liquide du marc des raisins. Un manufacturier de Nantes, M. Leduc, a proposé de remplacer le procédé ordinaire de l'expression du marc de raisin, c'est-à-dire le pressoir, par l'*essoreuse*, ou turbine à force centrifuge, qui sert dans les fabriques de tissus et autres manufactures à dessécher rapidement les étoffes. Il paraît que l'antique pressoir pourra être remplacé avec grand avantage par l'*essoreuse*. Un rapport fait récemment à la Société d'encouragement pour l'industrie, par M. Alcan, contient des faits qu'il n'est pas sans intérêt de noter.

D'après M. Alcan, la turbine à force centrifuge ou essoreuse a extrait, en deux heures, de 713 kilogrammes de vendange, des produits dont les poids étaient dans les proportions suivantes :

Vin doux de bonne qualité. 79,134 0/0

Digitized by Google

Marc ayant l'aspect de briquettes sèches.	20,221
Perte.	0,645

Le pressoir ordinaire, employé sur 673 kilogrammes de vendange, a donné en dix-sept heures :

Liquide ou vin doux.	76,967 0/0
Marc.	18,574
Perte.	4,459

La qualité du liquide extrait par le pressoir subit, en général, une altération causée par la durée excessive de son contact avec la grappe et avec l'air. Aussi le vin des dernières parties vaut-il de 15 à 20 francs par pièce de moins que celui du premier jus. Le vin doux recueilli par l'*essoreuse* était, au contraire, de qualité égale du commencement jusqu'à la fin de l'opération.

Une expérience semblable, mais qui n'a pu être comparative, a été faite sur les pommes à cidre. 124 kilogrammes de pommes broyées ont donné par l'essoreuse :

Cidre doux.	62,10 0/0
Marc.	37,18
Perte.	0,72

Ce rendement, selon M. Alcan, est très-avantageux, eu égard à la qualité des pommes employées.

La dépense de force motrice nécessaire pour donner à l'essoreuse une vitesse de mille tours par minute ne dépassera pas trois chevaux vapeur et restera inférieure à la dépense qu'entraîne le pressoir.

L'agriculture sera donc désormais en possession d'une machine analogue à la *batteuse* du blé. Cette machine permettra d'exprimer en vingt-cinq minutes le jus de trois hectolitres de vendange, et de le transporter au cellier sans lui faire subir les altérations que rend inévitables la lenteur des procédés actuels.

Digitized by Google

L'essoreuse paraît particulièrement avantageuse pour la fabrication des vins blancs et du cidre.

Nous conseillons aux propriétaires d'essayer, dans la prochaine campagne viticole, le système nouveau imaginé par le manufacturier de Nantes, et recommandé par M. Alcan.

7

Résultats de la méthode du chauffage des vins.

Nous avons parlé plusieurs fois du chauffage des vins. Il n'est pas hors de propos de revenir sur cette question, d'autant plus que nous aurons à faire connaître les résultats tout à fait avantageux de la mise en pratique de cette méthode sur une échelle véritablement industrielle et commerciale. La Commission syndicale des vins de Paris, ce qui veut dire sans doute les marchands de vins en gros de la capitale, qui avaient grand intérêt à vérifier l'exactitude de la méthode de M. Pasteur, ont procédé à des expériences de dégustation sur des vins en bouteilles qui avaient été soumis à la méthode du chauffage. Ces résultats ont été extrêmement favorables à la méthode nouvelle, qui paraît au moment d'entrer dans les habitudes et dans la pratique de l'industrie viticole. Le rapport de la commission syndicale des vins de Paris conclut, en effet, en ces termes :

« Il est impossible de nier l'immense résultat obtenu par le chauffage sur les vins en bouteilles, au point de vue de leur conservation.

Le temps écoulé depuis le chauffage ne permet plus aucun doute sur son efficacité. Son effet est surtout incontestablement préventif : il détruit les germes des maladies auxquelles les vins sont généralement sujets, sans, pour cela, nuire au développement de leurs qualités.

Tous les vins chauffés sont bons; il n'y a d'altération ni dans leur goût, ni dans la couleur; leur limpidité est parfaite; ils sont, en conséquence, dans toutes les conditions désirables pour donner satisfaction aux consommateurs. Il n'y a rien de plus à

Digitized by Google

dire, croyons-nous, pour témoigner toute notre confiance dans la valeur du procédé de M. Pasteur.

« Nous croyons ce procédé parfaitement praticable et peu coûteux, surtout si on l'applique sur de grandes quantités. »

Il résulte du rapport de cette commission, composée d'hommes spéciaux et autorisés, que la méthode imaginée par M. Pasteur pour la conservation des vins au moyen du simple chauffage du liquide enfermé dans les bouteilles, est une véritable et précieuse conquête pour l'industrie viticole. L'inaltérabilité du vin, la conservation parfaite de sa couleur, sa limpidité brillante, l'absence de dépôts ou dépôts adhérents, la supériorité constante du vin qui a été chauffé sur le même vin qui ne l'a pas été, alors même que le vin non chauffé ne s'est pas altéré; la grande infériorité du vinage, par rapport au chauffage, pour la conservation du vin, telles sont les qualités et les améliorations qui ont été proclamées unanimement par les dégustateurs, et qui assurent à la pratique du chauffage un immense avenir, pour tout ce qui concerne le commerce et l'élevage des vins.

Il résulte encore du rapport de la commission que, dans la construction et l'emploi des appareils pour le chauffage des vins, appareils qui sont déjà fort multipliés, il est indispensable de réaliser les conditions du chauffage en bouteilles, c'est-à-dire d'éviter autant que possible le contact de l'air. M. Pasteur a toujours particulièrement insisté sur ce point; car l'oxygène peut développer le *goût de cuit*, altérer et rendre peu solide la couleur.

8

Les cressonnières de M. Billet.

M. Billet possède aujourd'hui à Val-Geucense, à Gonesse et à Duvy en Valois, 450 fosses à cresson, soit à peu près la moitié, quant au nombre, des fosses alimentant Paris.

Digitized by Google

La cressonnière de Duvy, dit M. le professeur Chatin, dans un article auquel nous empruntons ces détails, est établie sur une prairie marécageuse qui donnait un foin de mauvaise qualité. Les fosses sont irriguées à l'aide de l'eau de la rivière Sainte-Marie; le fumier produit par les bestiaux qui paissent autour des fosses à cresson, sert à fertiliser celles-ci. Ces fosses, au nombre de deux cents environ, reçoivent les eaux de plusieurs sources, dont l'une d'elles, plus importante que les autres, reçoit le nom de source-rivière; cette dernière descend vers la prairie en canaux d'alimentation qui suivent la tête des fosses à cresson.

Au milieu de la cressonnière s'élève, sur pilotis, un kiosque, dans lequel se trouve un réservoir où l'on jette la récolte en cresson de chaque jour. Voici les principales opérations de l'exploitation.

Les fosses sont creusées de façon que leur fond ait une pente de $\frac{1}{800}$. On les plante ou on les remet à neuf au moyen de cresson arraché en éclaircie, par petites poignées, dans les fosses les plus drues. La cueillette est faite par des ouvriers qui, placés à genoux sur des planches jetées au travers des fosses, coupent avec dextérité, soulevant le cresson d'une main et le coupant de l'autre, la provision du soir; chaque botte est aussitôt liée et portée dans le réservoir. Le soir venu, les bottes sont disposées par centaines dans de grands paniers, au centre desquels est ménagée une cheminée d'aération.

La coupe n'a pas lieu à blanc, mais par poignée en éclaircie, la coupe actuelle portant justement sur les réserves de la coupe précédente. Les fosses coupées de la veille reçoivent une fumure abondante, composée d'un fumier de vache, court et consommé, qu'un ouvrier armé de la schuèle (instrument formé d'une étroite planchette fixée à l'extrémité d'un long manche) enfonce entre les brins de cresson. Le fumier profite beaucoup au cresson malgré le courant d'eau qui semblerait devoir dissoudre et entraîner les éléments fertilisants : le cresson est ainsi moins amer et

Digitized by Google

plus piquant que celui qui vient à l'état sauvage. Au lieu d'être fibreux et grêle, il est charnu et à feuilles pressées sur une courte tige. Après le schuélage des fosses vient le roulage. Il est à remarquer que peu de mauvaises herbes et de plantes parasites se développent dans ces nouvelles cressonnières.

L'une des sources, sensiblement ferro-iodée, communique au cresson qu'elle arrose des propriétés thérapeutiques.

9

Les vers à soie du chêne.

L'incertitude qui plane toujours sur l'avenir de l'industrie sériciicole donne un grand intérêt aux tentatives ayant pour but d'introduire en France de nouvelles espèces de vers à soie, plus rustiques ou n'ayant pas à craindre la terrible dégénérescence morbide qui sévit depuis tant d'années sur le ver à soie du mûrier. On doit à M. Guérin-Méneville l'introduction de cinq espèces de vers à soie se nourrissant de feuilles du chêne et originaires du Japon. D'après l'exemple et les conseils de ce naturaliste, l'acclimatation et l'élevage du ver à soie du Japon ont été poursuivis avec des succès très-encourageants par divers agriculteurs, parmi lesquels il faut citer : en France M. Personnat, M. Maudheux, et le baron de Bretton en Autriche.

M. Guérin-Méneville continue de s'occuper avec activité de l'acclimatation du ver à soie du chêne, et ses tentatives, constamment en voie de progrès, méritent toute la sollicitude des amis de l'agriculture et de l'industrie.

Dans une communication à la Société d'agriculture, M. Guérin-Méneville a fait connaître les résultats obtenus avec le ver à soie du chêne pendant l'année sériciicole de 1869.

Digitized by Google

Malgré des échecs plus nombreux que précédemment, et qui ont été amenés par des causes qu'il est difficile de déterminer, bien des expérimentateurs, dit M. Guérin-Méneville, ont réussi les petites éducations qu'ils avaient entreprises pour introduire et développer chez nous l'usage du ver à soie du chêne. Il est très-probable que le *Bombyx Yama Maï*, élevé, comme au Japon, dans les taillis de chênes des forêts, est au moment d'être complétement acclimaté en France, et qu'il fournira une soie presque aussi belle que celle du ver du mûrier et d'un prix inférieur.

Depuis deux ans, de très-beaux résultats ont été obtenus en Autriche par M. le baron de Bretton, dont la dernière récolte a été de 14 000 cocons.

Cette continuité de réussite, en montrant que l'élevage en grand de cette espèce est possible en Europe, est un puissant encouragement pour les sériciculteurs qui ont entrepris d'aider M. Guérin-Méneville à introduire cette nouvelle espèce dans l'agriculture française.

En 1868, M. Guérin-Méneville a pu faire venir de ces graines du Japon, grâce à l'obligeance d'un médecin français qui habite ce pays. Malheureusement, l'emballage, n'ayant pas été surveillé, avait été fait dans des conditions mauvaises, et les œufs arrivèrent pourris. En 1869, M. Guérin-Méneville a reçu un nouvel envoi, qui lui est arrivé dans des conditions excellentes. Les œufs étaient placés, en petit nombre, dans des cases séparées de boîtes en canevas. Celles-ci ont été fixées dans une caisse de grandeur suffisante, percées d'ouvertures garnies de toile métallique, en sorte que les œufs ont toujours été maintenus dans des conditions d'aération et de sécheresse qui rendaient toute fermentation impossible.

Il y a lieu d'espérer que l'importante question du ver à soie du chêne, que M. Guérin-Méneville poursuit avec persévérance, va faire de sérieux progrès, car les expérimentateurs auront en 1870 assez d'œufs ou de graines pour opérer dans des conditions convenables.

Digitized by Google

10

Préparation d'un pain de bonne qualité avec la farine de seigle et des plantes légumineuses.

M. le professeur Sthomann fut consulté, en 1868, sur les moyens d'améliorer l'alimentation d'un district agricole, où diverses circonstances avaient rendu très-faible la récolte du seigle, tandis que celle de l'orge et des légumes farineux était assez abondante. On pensa donc à en faire le mélange, pour composer un pain qu'il s'agissait de rendre aussi bon que possible.

Au point de vue hygiénique, le mélange des farineux ne pouvait être que recommandé; car, par leur richesse en albumine et en matières azotées, ces légumes devaient donner un pain nutritif comme celui de froment, mais on pouvait prévoir que ce pain présenterait l'inconvénient d'être mat, lourd, difficilement digestif, et de devenir promptement dur, sec et cassant. Il fallait donc remédier à ce défaut.

On trouva une première indication dans cette observation due à M. Lehmann : une addition de sel de cuisine empêche le pain fabriqué avec le blé germé de devenir lourd et pâteux.

M. Stohmann conseilla donc de mêler deux tiers de farine de seigle avec un tiers environ de farine de fèves et de pois, d'ajouter trois parties de sel ordinaire à cent parties de ce mélange et d'en faire du pain. Le produit s'est trouvé poreux et léger, ainsi que le constate le rapport présenté au cercle agricole du district.

Les expériences faites isolément par une vingtaine de personnes, dans des proportions variées, ont fait voir que le meilleur pain a résulté de l'emploi du sel à la dose de deux pour cent seulement du mélange de deux tiers de farine de seigle et de un tiers de farine de légumes.

Digitized by Google

Le pain composé du même mélange, sans addition de sel, devenait, au bout de quelques jours, dur et cassant, tandis que le pain salé est resté plus longtemps succulent et tendre, et, sous le rapport de la légèreté, ne s'est pas montré différent du pain de seigle pur.

L'addition des deux centièmes de sel n'a point donné de mauvais goût, mais une plus grande quantité le rendait moins agréable, sans nuire cependant à son odeur.

11

Des usages du bambou en Chine.

Les variétés de bambou employées en Chine sont nombreuses et différentes de couleur et de grosseur.

D'après M. le docteur Édouard Mène, qui a publié un long travail sur le bambou dans le *Bulletin de la Société d'acclimatation*, on nomme *Bambou blanc* celui dont la tige est verte lorsqu'il est sur pied, et qui prend une teinte blanc jaunâtre quand il est arrivé à maturité ou qu'il est coupé et sec. C'est la variété la plus commune, la plus employée et la plus utile, puisque la tige est extrêmement haute, droite et d'un diamètre beaucoup plus considérable que celle du *Bambou noir*. Celui-ci, en effet, a une tige noire; sa hauteur, moins considérable, ne va pas au delà de 5 mètres; son diamètre ne dépasse guère quatre ou cinq centimètres; les plus communs ont de deux à trois centimètres de diamètre.

Les bambous croissent généralement dans les terrains bas et d'alluvion; ils grandissent rapidement et se multiplient à l'infini. On les trouve dans toutes les parties de la Chine, au midi comme au nord, sous 50 degrés de chaleur comme sur les bords des rivières gelées, particulièrement sur les côtes, en remontant vers le nord. C'est là qu'existent les variétés les plus grosses et les plus hautes, qui forment des bois s'étendant à douze ou quinze lieues dans

Digitized by Google

l'intérieur, tantôt sur un terrain plat, à couches de terre végétale profonde, de douze à quinze pieds, tantôt sur le versant des monticules et même aux flancs des montagnes, avec deux ou trois pouces au plus de terre végétale.

Le bambou blanc, quand on lui laisse atteindre son entier développement, a jusqu'à 18 et 20 mètres de hauteur et jusqu'à 20 centimètres de diamètre ; on le coupe généralement quand son diamètre est de 10 à 12 centimètres ; c'est alors qu'il est plus commode pour les usages ordinaires.

Dans chaque village existent un ou plusieurs magasins de bambous assortis de grosseur et de longueur.

Dans chaque ferme, grande ou petite, on voit derrière la maison d'habitation un espace, d'une centaine de mètres carrés environ, clos par un large fossé rempli d'eau, et qui sert à cultiver les bambous pour les usages journaliers. Quelquefois groupés seuls, d'autres fois mélangés à d'autres arbres, ils forment des massifs d'un aspect pittoresque, et qui servent de refuge à de nombreuses tourterelles grises à pattes roses.

Dans leurs grands jardins, les Chinois mêlent souvent à leurs rochers artificiels des bouquets de bambous, dont l'effet est magnifique. Dans ce dernier cas, ils emploient plus particulièrement le bambou noir.

Les tiges, prises de grosseur suffisante, pour avoir la résistance voulue, sont taillées, dressées et ratissées, de manière à enlever toutes les aspérités, à l'endroit des nœuds, ou des petites défectuosités naturelles. Puis elles sont coupées, suivant la longueur désirée ; chauffées au feu, pour être tordues, ou dressées, à la demande de chaque pièce, qui est assemblée avec la pièce voisine au moyen de chevilles également en bambou.

Pour travailler le bambou, les Chinois le prennent presque toujours encore vert, car dans des mains habiles il se fend alors dans toute sa longueur, sans éclater, et fournit des bandes plus ou moins larges ou minces, très-résistantes, qui peuvent être tressées d'une infinité de façons.

Digitized by Google

Par sa nature flexible et résistante, par son imputrescibilité, par le vernis qui le couvre et le protége contre les intempéries, le bambou est propre à tous les usages.

Aussi, en Chine, d'après le docteur Mène, l'emploie-t-on à faire : 1° des *ponts*, constructions légères et vacillantes où ne s'engagent que les piétons et les cavaliers qui ont des montures au pied sûr; 2° des *conduites d'eau*, qui permettent aux cultivateurs intelligents d'arroser les flancs de collines ou de montagnes ; 3° des *cabanes de pêcheurs*, bâties sur pilotis en bambous, et construites en lames, en tiges et en tresses de cet arbrisseau; 4° des *clôtures*, soit pour les habitations, soit pour les propriétés; 5° du *papier*, dont le bambou est le principal élément, sinon le seul. A cet effet, le bambou coupé encore vert est raclé, ratissé; des raclures grossières on confectionne des matelas, coussins, oreillers. Les fines raclures sont mises à macérer dans l'eau et réduites en pâte ; c'est de cette pâte, mélangée avec une quantité convenable d'ichthyocolle, que l'on fait des feuilles. Le papier commun, non décoloré, est jaunâtre, d'une couleur uniforme, lisse, soyeux, très-résistant. On se sert encore des raclures inférieures pour faire un mortier destiné à enduire les murailles; à cet effet, les raclures macérées et séchées sont mélangées à la chaux éteinte. 6° De l'*amadou*. Cet amadou, d'un usage répandu chez les bateliers, est fait avec du papier de bambou. Pour cela, les Chinois en prennent une ou plusieurs feuilles qu'ils roulent. On allume l'une des extrémités du rouleau qui brûle lentement; le rouleau est placé dans un tube de bambou qu'on ferme ensuite. La combustion cesse, mais le papier se charbonne. Quand un Chinois veut obtenir du feu, il approche du briquet le papier charbonné que la moindre étincelle allume, comme l'amadou ordinaire. De plus, il suffit de souffler d'un coup de langue sec et vif pour que cet amadou produise une flamme. 7° Des *clous*, formés de chevilles taillées dans une tige; 8° des *pinceaux*, faits de filaments de bambous; 9° des *couvertures de bateaux*, formées de moitiés de bambous fendus longitudinalement et encas-

Digitized by Google

trés à chaque extrémité dans une petite mortaise ; 10° des *vêtements;* à cet effet, dans des filets à mailles de 1 centimètre de côté, ils introduisent de petits tubes de bambou, ayant juste la longueur d'un côté de la maille. Toutes les parties de ce filet mélangé de bambou s'assemblent pour former une sorte de paletot sans manches, qu'on porte à nu sur le torse pendant les grandes chaleurs de l'été (45 et 50°) et qui, placé à nu sur la peau, procure beaucoup de fraîcheur. 11° Des *chapeaux*, formés de lamelles de bambou refendu, entre-croisées à la manière des chaises cannées; 12° des *lits*, des *chaises*, des *fauteuils*, etc.

Non-seulement le bambou sert aux nombreux usages que nous venons d'énumérer, mais encore il entre fréquemment dans la nourriture chinoise, sous forme de plusieurs mets.

Coupées au mois de mars et d'avril, les jeunes pousses ont une longueur de 15 à 18 centimètres, et dans certains cas la grosseur du doigt. Elles ont une belle couleur jaune pâle, sont très-tendres et peu filandreuses.

Tantôt on les fait cuire à l'eau, en y ajoutant un peu de sel. Elles ressemblent alors à des asperges, qu'on mange soit à l'huile, soit à la sauce blanche; car les Chinois ne sont pas les seuls qui aiment les pousses des bambous; elles sont fréquemment servies sur les tables des étrangers et Européens qui habitent les villes chinoises, surtout Shang-haï.

D'autres fois on les mange en salade, après les avoir fait cuire et les avoir coupées en petits morceaux, assez semblables aux filaments de la barbe de capucin.

Le poisson gratiné au bambou est encore fort recherché. La sauce, au lieu d'être assaisonnée avec des champignons, est garnie de tranches de bambou coupées dans les jeunes pousses.

Pendant l'hiver, les Chinois coupent aussi les pousses, mais elles sont plus dures, filandreuses et moins délicates. Ils les emploient pour d'autres usages culinaires, mais ceux qui sont relatés plus haut sont les plus estimés.

Digitized by Google

Ces détails montrent jusqu'où va la fécondité industrieuse des Chinois, pour lesquels le bambou sert à presque tous les besoins de la vie.

12

Le coton bubuy.

La culture d'une nouvelle variété de coton, le coton *bubuy*, a été entreprise aux îles Philippines, et paraît promettre des résultats importants, surtout au point de vue du prix de revient. Il peut en résulter, assure-t-on, une transformation complète des marchés cotonniers et une fortune nouvelle pour l'archipel où ce coton est cultivé.

Le coton bubuy est, depuis vingt ans, l'objet des études et des actives démonstrations d'un intelligent missionnaire, le P. Rivas. Ce colosse des arbres à produits textiles donne des fruits au bout de quatre ans, et après la cinquième année de plantation le tronc atteint la grosseur du corps d'un homme. Les capsules mesurent de huit à dix centimètres ; cent d'entre elles produisent trois livres de coton, qui se vend avec un énorme bénéfice au minimum de 5 piastres le quintal et 9 piastres lorsqu'il est nettoyé.

On tire des graines de l'huile, produit secondaire qui sera peut-être un jour d'une valeur plus importante que celle du coton lui-même.

On emploie principalement le coton bubuy, en ce moment, pour des feutres, du papier, pour remplacer la laine des matelas et pour d'autres objets de même nature auxquels son bas prix permet de l'appliquer.

Digitized by Google

ARTS INDUSTRIELS.

1

L'encre nouvelle de M. Mathieu Plessy.

Est-il rien de plus désagréable que d'écrire avec une encre épaisse et bourbeuse? de ne pouvoir conduire sa plume aussi vite que la pensée le voudrait, parce que, chargée d'un liquide épais, elle refuse de tracer les lignes que l'esprit a conçues? Alors l'impatience vous gagne, les nerfs s'irritent, on jette la plume de colère, et.... l'idée s'envole, sans qu'on l'ait transcrite. Reviendra-t-elle?...

L'influence d'une mauvaise encre sur les œuvres de l'esprit est plus grande qu'on ne l'imagine. Peut-être ces désagréments d'écritoire nous ont-ils privés de beaucoup de belles pages.

Ajoutons que pour l'écriture de tout le monde, indépendamment de la profession, une encre bien liquide, d'une belle couleur noire, et séchant très-vite, sera toujours un puissant auxiliaire du travail.

Il est donc heureux que l'industrie se soit enrichie, dans ces dernières années, d'une encre irréprochable, et présentant une incontestable supériorité sur les anciens produits du même genre. L'*encre nouvelle*, c'est ainsi que l'a baptisée l'inventeur, M. Mathieu Plessy, est d'une belle couleur violacée. Elle n'altère pas les plumes de fer, comme l'encre ordinaire; elle est d'une homogénéité parfaite et d'une fluidité qui lui permet de couler toujours

Digitized by Google

uniformément et facilement de la plume; enfin elle n'embourbe point les encriers par des dépôts.

L'*encre nouvelle* mérite bien son nom, car elle diffère totalement par sa nature de l'encre ordinairement en usage. On sait que l'encre ordinaire est une eau légèrement gommeuse, tenant en suspension du gallate de fer, produit par la réaction de l'infusion de noix de galle sur le sulfate de fer. L'encre de M. Mathieu Plessy ne renferme aucun sel de fer; c'est un composé essentiellement végétal, formé de matières colorantes dérivées de la fabrication de l'acide pyrogallique.

C'est en raison de l'absence de la noix de galle que l'encre de M. Mathieu Plessy n'est pas sujette à moisir, comme l'encre ordinaire. Dans cette dernière, il existe toujours en suspension des parcelles de matières organiques azotées, provenant de l'infusion de noix de galle. Ces matières, subissant à la longue la fermentation, moissent à la surface du liquide, et donnent ces efflorescences blanches, désagréables à l'œil comme au bon effet de l'encre.

Ajoutons que cette encre est d'une complète inaltérabilité. On sait que l'écriture tracée avec de l'encre ordinaire, qu'elle soit de la *Petite* ou de la *Grande vertu*, jaunit au bout de quelque temps. Ce changement de couleur est dû à l'oxydation du fer contenu dans le gallate de fer, et à la formation, au sein des caractères tracés, de peroxyde de fer, qui est couleur de rouille, et fait ainsi jaunir l'écriture.

Les qualités de l'*encre nouvelle* de M. Mathieu expliquent son rapide succès et sa diffusion, aujourd'hui si générale. Connue depuis quelques années à peine, c'est-à-dire depuis 1865, elle est adoptée dans presque tous les bureaux, dans les ministères et les administrations de Paris et de la France. On la trouve chez tous les papetiers. Aujourd'hui sa consommation a même dépassé la France; elle s'étend dans tous les pays où l'on écrit.

Nous nous servons nous-même, depuis son apparition, de l'encre nouvelle, et bon nombre de nos lecteurs se join-

Digitized by Google

dront à nous pour adresser des félicitations à l'inventeur.

Cet inventeur est d'ailleurs un chimiste de la bonne école, un élève de J. Pelouze. On lui doit de nombreuses recherches et découvertes en chimie. M. Mathieu Plessy se fit connaître, en 1845, par un remarquable mémoire sur les *acides du soufre* où se trouve exposée la découverte de l'acide *pentathionique* (produit de la réaction de l'acide sulfureux sur le chlorure de soufre). Ses observations sur les hydrates de plâtre et de silice, sur le vert de Chine, sur le vermillon d'antimoine, etc., ont enrichi la science de faits utiles et nouveaux.

Ayant résidé quelque temps à Constantinophe, M. Mathieu Plessy y fit un travail *sur un nouveau mode de dosage du cuivre*, en collaboration avec M. Moreau, essayeur des monnaies de Constantinople.

Aujourd'hui M. Mathieu Plessy est fabricant de produits chimiques à Paris, et il tient un des premiers rangs dans cette importante branche de l'industrie savante.

Nous ajouterons que l'on doit à M. Mathieu Plessy la traduction du *Traité de chimie organique* de M. Graham, le célèbre chimiste de Londres, mort en 1869, auquel nous consacrons une notice dans la *Nécrologie scientifique* de cette année.

2

Machine imprimant simultanément plusieurs couleurs.

On a longtemps cherché un procédé pour l'impression simultanée des caractères de différentes couleurs. Il paraît, d'après un journal américain, que ce problème vient d'être résolu. Il existe dans les ateliers de MM. Frenck et Wheat, à New-York, une presse imprimant simultanément plusieurs couleurs. Cette machine est une combinaison des principes de Hoc, Taylor, etc. Sa nouveauté consiste dans la disposition d'une série de cylindres

Digitized by Google

secondaires autour du cylindre imprimeur principal. Chacun de ces cylindres secondaires est muni de fontaines, de distributeurs et de rouleaux, pour distribuer et rouler chaque couleur indépendamment. A ce cylindre est attachée la plaque typographique au moyen de laquelle l'impression en couleur est communiquée au papier pendant son passage sur le cylindre principal. Le papier sort avec ses gravures imprimées en sept couleurs, et aussi avec la teinte ordinaire, le tout étant imprimé par une seule révolution du cylindre.

3

Photocrayons.

M. Sarony a présenté à la Société de photographie un certain nombre de spécimens d'un genre nouveau de portraits, dont il est l'inventeur. Ces portraits, que l'auteur désigne sous le nom de *photocrayons*, sont obtenus de la manière suivante.

Sur une glace ordinaire, on prépare, par l'agrandissement d'un petit cliché, une épreuve positive par transparence ; sur cette épreuve la tête du modèle mesure habituellement trois pouces de longueur. Derrière l'épreuve on ajuste, en l'appliquant très-exactement contre le verre, une feuille de carton bristol, tantôt d'un blanc laiteux, tantôt d'un gris clair, sur laquelle on la reproduit par la lithographie, de grandes hachures, disposées dans la partie correspondant au dégradé du portrait primitif. L'image se détache ainsi sur un fond de hachures, que, bien entendu, l'on s'est abstenu d'imprimer sur le bristol dans la partie centrale où doit se trouver placée la tête du portrait. Elle a ainsi l'aspect d'un dessin au crayon, quoique en réalité elle soit purement photographique et ne porte aucune retouche.

Digitized by Google

4

Zootrope perfectionné.

Le *zootrope* est un instrument dans lequel un certain nombre de fentes étroites passent devant l'œil de l'observateur, tandis qu'un certain nombre de dessins se meuvent devant ces fentes. De cette manière chaque dessin est vu seulement pendant le temps que la fente correspondante met à passer devant l'œil. Si la fente est très-étroite, le dessin, quoiqu'il se meuve rapidement, paraîtra distinctement. Si l'impression faite sur l'œil par ce dessin est suffisamment intense pour qu'elle persiste jusqu'à ce que le dessin suivant et la fente suivante viennent les remplacer, il y aura une sensation de vision continue, et si les dessins représentent les phases successives de la même action, l'action sera présentée à l'œil d'une manière en apparence continue.

Tel est le principe du zootrope. Voici maintenant le perfectionnement qui a été apporté par M. Clerk-Maxwell à cet instrument.

Ce perfectionnement consiste dans la substitution de grandes lentilles concaves aux fentes étroites. La longueur focale de ces lentilles est égale au diamètre du cylindre, d'où il suit que l'image virtuelle des dessins sur le côté opposé du cylindre est formée exactement sur l'axe du cylindre. Aussi, pendant tout le temps qu'un des dessins est visible à travers une des lentilles, paraît-il être en repos, le mouvement de la lentille neutralisant exactement celui du dessin. L'image est donc formée sur la rétine avec une netteté parfaite et continue à être vue pendant le temps du passage de la lentille, et non pas seulement pendant le temps très-court du passage de la fente.

Le zootrope à lentilles a le grand avantage de pouvoir s'appliquer aux figures les plus compliquées, et de pouvoir

Digitized by Google

servir par conséquent à une foule de démonstrations scientifiques. M. Clerk-Maxwell en a déjà réalisé un grand nombre : 1° mouvement d'un corps pesant dans un cercle vertical avec des lignes indiquant les propriétés géométriques du mouvement; 2° mouvement des cordes vibrantes de la harpe, du violon et du piano, etc., etc.

5

Procédé pour la conservation des carènes de navires en fer.

Le fer employé actuellement dans les constructions maritimes présente une très-grande hétérogénéité. De là des foyers d'action électrique qui, provoquant la décomposition de l'eau ou des matières salines qu'elle contient, amènent une prompte détérioration des coques. Les points attaqués sont ensuite le point de départ de dépôts de mollusques et d'herbes, qui entravent la marche du bâtiment. MM. Demance et Bertin se sont proposé d'empêcher cette oxydation, cause première des dépôts.

Dans leur système, le navire est transformé en une espèce de vaste pile voltaïque à auges. Des réservoirs en zinc sont disposés, sous forme de tuyaux ou de caisses, sur les flancs intérieurs, en des endroits choisis d'après l'aménagement. Ces réservoirs que l'on maintient en communication parfaite avec la coque du navire, au moyen de boulons, rivets ou autres engins, sont remplis d'eau de mer qu'on renouvelle tous les jours. Des lames de zinc entrecroisées circulent autour de la carène du navire, et en relient les différentes parties avec les réservoirs. Par suite de son oxydation, le zinc se charge de fluide négatif, qu'il transmet par conductibilité au fer de la carène, lorsqu'elle devient alors comme une immense électrode chargée de ce fluide.

Les auteurs pensaient d'abord que le fer, recouvert, pour ainsi dire, d'une enveloppe de fluide négatif, devait pren-

Digitized by Google

dre, par cela même, une certaine polarité électrique, et être ainsi soustrait à l'action des corps électro-négatifs contenus dans l'air ou dans l'eau de la mer; le fluide négatif devait s'écouler d'une manière continue dans l'eau, et le fluide positif du liquide se dissiper peu à peu dans l'air humide, et cela indépendamment des courants particulaires s'établissant dans l'intérieur, entre le liquide et les boulons de fer qui relient les réservoirs au navire. Mais les bateaux porteurs de ce genre d'appareil n'ont eu qu'un demi-succès; l'intérieur a été bien préservé, mais l'extérieur n'a pas tardé à présenter des traces d'oxydation.

MM. Demance et Bertin ont alors continué l'action des réservoirs par une *petite lame* de zinc, appliquée sur la partie extérieure de la coque, en communication électrique avec les réservoirs, et venant plonger par sa partie inférieure dans la mer.

Des expériences faites dans ces conditions ont donné un succès complet : des bateaux, plongés depuis la fin de décembre 1868 dans un étang formé par d'anciennes salines, et où l'eau de mer se renouvelle à chaque marée, ont pu se conserver jusqu'aujourd'hui sans présenter la moindre tache d'oxydation.

Plusieurs bateaux employés comme terme de comparaison et placés dans les mêmes circonstances, mais sans appareils, ont successivement été perforés pendant ce même temps.

6

Fabrication d'acier Bessemer au tungstène.

M. Leguen a exécuté, à l'usine de Terre-Noire, un essai métallurgique consistant à allier le tungstène avec la fonte blanche, lamelleuse, servant habituellement à la recarburation. La combinaison s'effectua au moyen d'agglomérés de wolfram. L'alliage, contenant 9,21 de tungstène pour 100,

Digitized by Google

fut soumis à l'opération Bessemer. A 3150 kilogrammes de fonte grise de première fusion, ayant été décarburés dans le convertisseur, on ajouta un dixième du même poids de fonte alliée. La décarburation fut poussée au delà des limites accoutumées, comme pour obtenir un acier beaucoup plus doux, afin de voir si la présence du tungstène suppléerait à la diminution du carbone. D'après l'analyse, la teneur en carbone se réduisit à moitié environ de ce qu'elle est généralement dans l'acier pour rails.

La proportion du tungstène dans l'acier ainsi produit est de 0,558 pour 100.

Cet acier a été employé à fabriquer des rails, qui reçurent le profil adopté par la ligne de l'Est, et furent expédiés à Paris, à la gare de Strasbourg.

L'administration les soumit, dans ses ateliers, aux épreuves de pression, de choc, et, en outre, à des essais de forgeage et de trempe.

Il résulte du rapport de l'ingénieur qui a dirigé ce travail, que l'acier au tungstène peut à la fois être très-doux, très-résistant, et prendre une belle trempe, propriétés qui trouveraient leur application dans l'industrie. « On en tirerait avantageusement parti, par exemple, pour tremper, sur certains points déterminés, certaines pièces de machines, sans altérer la douceur de l'acier dans les autres parties. »

Malheureusement cet *acier au tungstène* revient à un assez haut prix, tandis que l'acier pour les rails ordinaires coûte fort peu. D'après l'estimation faite par M. Leguen, l'emploi de l'acier au tungstène élèverait le prix des rails de 3 fr. 80 par 100 kilogrammes et de 1 fr. 44 par mètre courant.

Digitized by Google

7

Appareil de sûreté pour les puits de mine.

Voici, d'après un rapport de M. Callon à la Société d'encouragement, en quoi consiste cet appareil, dont l'inventeur est M. Amédée Mathieu, directeur des mines de Douchy près Valenciennes (Nord).

Il se compose de deux parties distinctes. La première est un parachute formé de deux paires de fortes griffes en fer, dont la cage d'ascension est armée, et qui restent ouvertes tant que son poids comprime un fort ressort à boudin, par lequel il est attaché au câble d'extraction. Si la traction de ce câble vient à cesser, par suite de rupture ou autrement, la cage, n'étant plus soutenue, serait précipitée dans le puits, mais l'action du ressort à boudin, dont la compression a cessé, puisque la cage n'appuie plus sur lui, fait fermer les griffes, qui dès lors serrent deux guides en bois par les faces opposées et empêchent la chute. La cage reste ainsi suspendue à ces guides, qui sont solidement soutenus par la charpente du puits.

Ce parachute est bien disposé, mais il n'a rien de bien nouveau. Les parachutes ont été employés, pour la première fois, il y a vingt-cinq ans, à Décize (Nièvre). Depuis cette époque, ils ont été modifiés de plusieurs manières, qui en général atteignent assez bien le but proposé.

L'appareil électrique que M. Mathieu a adapté à ce parachute constitue la nouveauté de l'invention.

Cet appareil se compose de deux barreaux de fer galvanisé, qui sont installés dans le puits, parallèlement aux guides. Les deux barreaux, isolés par le bas, sont en communication avec une pile électrique qui est placée dans la chambre de la machine. La cage d'ascension porte une boîte dans laquelle sont deux fourches, que l'action du ressort à boudin pousse automatiquement contre les barreaux,

Digitized by Google

lorsque ce ressort se détend après la rupture du câble. Les fourches servent alors d'intermédiaire pour fermer le circuit de la pile, livrer passage au courant et avertir ainsi de l'accident le conducteur de la machine.

Lorsque la cage porte des hommes, leur chef peut aussi à volonté établir le courant et donner des signaux au machiniste.

Cet appareil semble appelé à rendre des services très-divers dans un puits de mine. Son installation à Douchy a paru au comité des arts mécaniques être un fait digne d'intérêt.

8

Nouvelle lampe de sûreté.

Dans l'exploitation des mines, les explosions dues au feu grisou constituent un des dangers les plus graves et les plus fréquents.

L'imprudence des ouvriers est la cause habituelle de l'inflammation du gaz. En effet, pour se procurer, pendant les heures de travail, la satisfaction de fumer, pour avoir plus de clarté, le mineur ouvre sa lampe et met aussi le feu au grisou.

L'appareil que M. Desens emploie a pour but d'empêcher le mineur d'ouvrir sa lampe. L'appareil est très-simple et peut s'adapter à toute espèce de lampes.

Il se compose d'un porte-mèche muni d'une crémaillère placée dans un manchon. A l'intérieur de la lampe est une vis sans fin, dont l'extrémité inférieure est munie d'un bouton qui sert à faire monter ou descendre la mèche. Si, la mèche étant montée et allumée, on dégage subitement la vis sans fin de la crémaillère, le porte-mèche, sollicité par un ressort à boudin, descend, entraînant la mèche, qui plonge dans l'huile et s'éteint. Ce résultat est obtenu, chaque fois qu'on veut ouvrir la lampe, au moyen d'un butoir fixé à sa partie supérieure, lequel butoir, agissant sur une détente, fait tourner le manchon et amène l'extinction de

Digitized by Google

la lampe. M. Desens pense que ce système, appliqué à une bonne lampe de sûreté, rendrait impossibles les accidents produits par les explosions de feu grisou.

9

Utilisation des laitiers des hauts fourneaux.

Les hauts fourneaux produisent des quantités énormes de laitiers, qui ne trouvent aucun emploi. Un haut fourneau au coke, traitant un minerai qui contient 40 pour 100 de fer et coulant 40 à 45 000 kilogrammes de fonte, donne environ 60 tonnes de laitier en 24 heures, ce qui fait en un an 20 millions de kilogrammes! Ce laitier est un grand embarras pour les usines. On en fait des tas dehors; mais quoiqu'on s'en serve aux alentours pour bâtir des murs, comme autour des ardoisières on se sert pour le même usage de débris d'ardoises, les tas ne cessent pas d'augmenter de volume. A l'usine de Seraing, l'espace occupé par le laitier et les cendres est de 250 ares, sur une hauteur qui atteint, en quelques endroits, 30 mètres.

On a trouvé récemment à ces laitiers une application qui semble devoir obtenir du succès : c'est la fabrication des pavés.

Pour obtenir cette pierre artificielle, on creuse dans le sol des fosses en forme de tronc de cône renversé, pouvant recevoir tout le laitier formé entre deux coulées dans un ou plusieurs hauts fourneaux. Des rigoles dirigent les laitiers dans ces fosses. Le seul soin à prendre consiste à faire couler la matière sous la couche vitreuse superficielle, qui s'est solidifiée dès le début de l'opération. Cette couverture sert à maintenir la chaleur dans le bain de laitier; elle est vitreuse et doit être rejetée plus tard. Le refroidissement dure selon le volume des masses. S'il est de huit jours et qu'on veuille recueillir durant ce temps tout le laitier, il faut creuser un nombre assez considérable de fosses

Digitized by Google

et disposer d'un espace assez vaste autour des hauts fourneaux.

Lorsque le laitier s'est refroidi, on trouve sous la croûte vitreuse une masse compacte et homogène présentant tous les caractères d'une pierre naturelle.

Cette masse est alors taillée et débitée en moellons, en pavés, comme on ferait d'une pierre de carrière. Les morceaux trop petits pour être utilisés comme pavés sont concassés, pour servir à la fabrication des bétons ou au macadamisage des routes.

En prenant quelques précautions dans le refroidissement, on peut obtenir directement le porphyre moulé sous des formes variées, et faire ainsi des rouloirs pour l'agriculture, des bornes et d'autres pièces qui ne demandent, au sortir du moulage, qu'une taille insignifiante.

Les laitiers sont composés de silice, d'alumine, de chaux, de magnésie, d'un peu de protoxyde de fer et d'une petite quantité de soufre. Il convient de n'employer que les laitiers qui ne peuvent se désagréger par l'altération des sulfures et peut-être du protoxyde de fer.

L'atmosphère augmente la dureté et la résistance de ce produit. La matière, tiède encore au sortir de la fosse, se laisse entamer aisément, tandis que la taille en devient difficile après quelque temps d'exposition à l'air et à la pluie.

Les qualités de résistance du *porphyre artificiel* ont été mesurées dans les expériences faites par M. Hervé-Mangon, à l'École des ponts et chaussées, et par M. Tresca, au Conservatoire impérial des arts et métiers. Ces expériences permettent de ranger la nouvelle pierre parmi les matériaux de construction de première classe.

Digitized by Google

10

Nouveau procédé pour la conservation des viandes au moyen de l'air froid.

M. Tellier est l'inventeur d'un appareil de congélation, dans lequel on fait usage de l'ammoniaque ou de l'éther méthylique comme moyens de réfrigération. Dans un livre fort curieux sur les applications industrielles du gaz ammoniac, M. Tellier a fait preuve d'un grand esprit d'invention en passant en revue une nombreuse série d'applications qui pourront être faites, dans l'industrie, des propriétés réfrigérantes du gaz ammoniac. Mais une des applications les plus intéressantes, et qui n'est pas consignée dans son ouvrage, vient d'être réalisée par le fertile inventeur.

M. Tellier propose d'appliquer ses appareils de réfrigération à la conservation des viandes, et à leur transport, sans altération, pendant un long voyage. Expliquons-nous.

On sait que tandis que la viande manque en Angleterre, en France, et dans la plus grande partie de l'Europe, elle abonde dans l'Amérique centrale. En ce pays, un bœuf, un mouton n'ont de valeur que par leur peau ou leur toison: leur viande est jetée à la voirie.

Il est évident que si l'on parvenait à amener cette viande à l'état frais en Europe, on pourrait remédier à notre disette de bestiaux, et donner satisfaction à tous les besoins de la consommation. Les essais dans ce but n'ont pas manqué, mais ils sont restés à peu près infructueux. Tout ce que l'on a pu faire, c'est de préparer sur place, en Amérique, des infusions de viande, en d'autres termes un bouillon qui, évaporé, constitue le produit connu sous le nom d'*extrait de viande*. Mais ce n'est là qu'un triste et insuffisant expédient. Le seul moyen efficace de faire profiter l'Europe des immenses quantités de viandes alimentaires

Digitized by Google

dont l'Amérique abonde, ce serait évidemment de transporter dans notre hémisphère ces viandes à l'état frais.

Chacun sait que l'on peut conserver dans la glace de la viande, du poisson ou du lait, et les amener ainsi à de grandes distances. Pourrait-on conserver de la même manière des viandes fraîches, par exemple celles d'Amérique, pendant toute la durée d'un voyage entre les deux mondes? M. Tellier s'est flatté d'y parvenir, grâce à son appareil à réfrigération, dans lequel le gaz ammoniac, ou l'éther méthylique, successivement volatilisé et condensé, produit un abaissement de température qui suffit pour amener la congélation de l'eau et fabriquer de la glace.

M. Tellier, avec l'aide de M. Gélot, a construit une *chambre à air froid*, dont l'air est maintenu à la température zéro par le contact du gaz ammoniac. Dans cette chambre il place les viandes à conserver et à transporter. Comme toute putréfaction s'arrête à la température zéro, il est évident que si l'appareil est bien construit, et si la substance animale demeure constamment exposée au froid, elle ne deviendra le siége d'aucune décomposition putride.

Tout dépend donc de la bonne disposition de l'appareil, et voici celle qu'ont adoptée MM. Tellier et Gélot. Leur *chambre à air froid* ressemble beaucoup à l'appareil réfrigérant qui sert à fabriquer de la glace dans les différents systèmes où l'on a recours, dans ce but, à l'ammoniaque, à l'éther sulfurique, ou à l'éther méthylique. Dans ces appareils, on refroidit l'eau pour la congeler; ici on refroidit l'air pour le maintenir à zéro. La *chambre à air* se compose d'une sorte de *congélateur*, formé d'une série de tubes contenant de l'éther méthylique et du gaz ammoniac. Un ventilateur aspire l'air de la chambre où sont contenues les viandes, et le dirige dans le congélateur, dont les tubes sont parcourus par l'éther méthylique ou le gaz ammoniac. Là, cet air se refroidit, puis il retourne dans la chambre, conservant la température zéro. Cette circulation de l'air à travers les tubes d'un serpentin considérablement re-

Digitized by Google

froidi maintient constamment la chambre au-dessous de zéro, et tant qu'on établit cette circulation, on assure la conservation des viandes en s'opposant au développement de la fermentation putride.

Tel est l'ingénieux système de conservation des matières animales proposé par MM. Tellier et Gélot. On assure que des expériences vont avoir lieu sur une grande échelle. L'appareil sera placé sur l'un des bateaux à vapeur qui font le service entre l'Amérique et l'Europe. La chambre à air froid contiendra deux bœufs entiers, dont l'un sera dépouillé de sa peau et l'autre non dépouillé. On y placera aussi des viandes de mouton, du gibier, etc. Les viandes seront examinées à l'arrivée du bateau à vapeur en Amérique, pour constater leur état de fraîcheur. Ensuite, au moment du départ du navire pour l'Europe, on remplira la même chambre à air froid d'un chargement semblable, composé de bœufs ou de moutons de Buénos-Ayres ou de la Plata, et l'état des viandes sera constaté au moment de l'arrivée du bateau dans le port français.

Voilà le programme de l'expérience qui se prépare.

En supposant ce système efficace, il pourrait évidemment recevoir d'autres applications que celles du transport des viandes d'Amérique en Europe. Il rendrait de grands services en Europe même, en France surtout, pour l'approvisionnement des villes. Pendant les chaleurs de l'été, il servirait à faire voyager, en les maintenant à l'abri de toute putréfaction, les quartiers de bœufs ou de moutons destinés à l'approvisionnement des villes. Les viandes dépecées chez l'éleveur même arriveraient directement sur les marchés, et les intermédiaires entre les producteurs de viande et les consommateurs pourraient ainsi disparaître.

Le même système, en le supposant efficace, pourrait servir à établir d'excellents garde-manger, dans lesquels les marchands pourraient conserver viande, gibier, poisson, etc., sans aucune altération.

Les applications, on le voit, ne manqueraient pas à cet ingénieux système ; mais il ne faut pas vendre la peau de

Digitized by Google

l'ours, c'est-à-dire il faut attendre que l'expérience ait prononcé en sa faveur.

11

Conservation des viandes au moyen de la glycérine.

A côté de ce procédé de conservation des viandes par un moyen mécanique, nous citerons un moyen plus simple, qui est en ce moment à l'étude. On a expédié de Buénos-Ayres à Paris des viandes fraîches, de grands quartiers de bœuf, conservés dans des pots pleins de glycérine.

Ce produit, que les fabriques de savon produisent à si bas prix et qui a reçu divers usages dans la pharmacie, la parfumerie, etc., a, comme les graisses, la propriété de préserver les viandes de la décomposition putride, en expulsant tout l'air qu'elles recèlent. Les essais faits jusqu'ici ont donné des résultats encourageants.

12

Exploitation industrielle des hannetons.

M. Collardeau a reconnu qu'on peut obtenir de l'huile de hannetons propre à l'éclairage et tirer ainsi partie de ces coléoptères.

Il est assez curieux du reste d'énumérer les divers usages que l'on fait des hannetons en différents pays.

En Suisse, on en tire une huile bonne pour accommoder la salade ou graisser les machines.

En Prusse, on fait de la farine, qui sert à confectionner les galettes pour la nourriture des jeunes faisans, perdrix, cailles, etc.

Quelques essais ont été tentés pour introduire la larve du hanneton dans la cuisine française et pour la manger à l'instar des escargots.

Digitized by Google

Un chimiste, M. Jouglet, a proposé d'en extraire une matière colorante qui peut être appelée à faire rapidement son chemin dans l'industrie : c'est une couleur jaune, fine, qui varie du jaune de chrome au jaune d'or; chaque hanneton en donne quelques centigrammes. Si cette couleur est adoptée par la mode, le hanneton sera prochainement hors de prix, et, au lieu de payer des primes pour le détruire, on l'élèvera avec toutes sortes de soins, au moins comme le ver à soie.

Il faut ajouter que le hanneton peut fournir un engrais très-puissant, puisqu'il contient (d'après des analyses de M. Mène), à l'état de larve, 1,60 d'azote, et à l'état de hanneton 3,12 d'azote pour 100 parties.

Il convient donc, plutôt que de brûler le résultat des chasses que l'on a établies dans certains départements pour se débarrasser de ce coléoptère nuisible, de chercher à l'utiliser dans des industries profitables, soit à l'agriculture, soit au commerce.

15

Les vins marinés, expérience et expertise de M. Falières, de Libourne.

On désigne, dans le midi et l'ouest de la France, sous le nom de *vins marinés*, les vins qui ont été altérés par l'eau de la mer.

Il est arrivé plusieurs fois que des destinataires ont refusé de prendre livraison de vins altérés pendant une traversée. Il est donc intéressant pour le commerce des vins en général, pour la sécurité des transports par la voie de la marine marchande, et pour la responsabilité des compagnies d'assurance, de savoir si les vins peuvent subir une altération quelconque dans une cale qui s'est trouvée inondée par l'eau de mer.

Le fait suivant est arrivé en 1868 à une très-honorable

Digitized by Google

maison de Libourne. Dans la traversée de Libourne à Calais, le navire marchand qui transportait une cargaison de vins fut surpris par le gros temps. Les lames entraient dans la cale. De plus, une voie d'eau se déclara dans le bâtiment. Au lieu d'accomplir en quinze jours le voyage de Libourne à Calais, le navire mit un mois et demi. Le destinataire à Calais refusa le vin, prétextant qu'il était avarié, que l'eau de mer avait pénétré dans les barriques ; en un mot, qu'il était *mariné*.

L'expéditeur, ayant fait revenir les vins à Libourne, les soumit à la dégustation d'experts, pour savoir s'ils contenaient de l'eau de mer. Les avis furent partagés. On s'en référa, en dernier ressort, à l'épreuve chimique, et l'on chargea M. Falières, pharmacien à Libourne, de répondre à la question suivante : *Existe-t-il, dans les vins analysés, une proportion de sel marin (chlorure de sodium) excédant la proportion normale et extrême que l'on sait exister naturellement dans tous les vins?*

M. Falières trouva un excès très-appréciable de sel marin sur la quantité normale que contient le vin de la Gironde (15 centigrammes par litre, au maximum). La quantité de chlorure de sodium contenue dans le vin examiné correspondait à huit litres d'eau de mer par barrique.

M. Falières voulut rechercher la présence de la magnésie dans ce vin. Trois litres de ce liquide furent donc évaporés et calcinés séparément, et l'on obtint du pyrophosphate de magnésie.

Ainsi, le vin examiné renfermait du sel marin et de la magnésie, en d'autres termes de l'eau de mer.

Mais comment cette eau de mer avait-elle pénétré dans la barrique? Était-ce par une simple addition frauduleuse, ou bien par la pénétration, à travers le bois de la barrique, de l'eau de mer qui avait inondé la cale du navire? M. Falières dut rechercher si l'eau de mer peut réellement passer dans une futaille pleine de vin hermétiquement fermée. Il devait aussi se demander si, le bois fonctionnant comme *dyaliseur*, il peut s'opérer une concentration, dans l'inté-

Digitized by Google

rieur de la barrique, des chlorures et de la magnésie contenus dans l'eau de mer, dans laquelle ces barriques sont plongées.

M. Falières consulta d'abord des négociants dont les affirmations furent contradictoires. Cette divergence d'opinions le détermina à faire des expériences directes pour résoudre la question controversée.

Il dosa le chlore contenu dans un vin et trouva 0,116 de chlorure de sodium par litre. Il constata ensuite l'absence de la magnésie et le degré alcoolique de ce vin, qui s'exprimait par 9,25.

Il remplit de ce vin un baril en bois neuf, de la capacité de 16 litres. Le baril, hermétiquement fermé et conditionné comme pour une expédition, fut plongé dans un bain contenant 3 0/0 de chlorure de sodium et 1 0/0 de sulfate de magnésie cristallisé.

Après douze jours d'immersion, le vin fut examiné de nouveau. Il accusait exactement le même chiffre de chlore, et le phosphate de soude ne déterminait pas la moindre formation de phosphate ammoniaco-magnésien. Le degré alcoolique était toujours 9,25. Il est évident que le bain salé n'avait exercé aucune influence : ni le sel marin, ni la magnésie n'étaient passés à travers le bois pour se mêler au vin.

Craignant toutefois que l'on ne contestât la valeur d'une expérience faite dans les conditions artificielles du laboratoire, M. Falières résolut de répéter l'expérience dans la mer, en se rapprochant autant que possible des conditions des vins submergés ou naufragés.

Le 22 mai 1869, il confia au capitaine Lebailh, commandant le lougre français *Anne-Marie*, allant de Bordeaux à Lannion, deux barils estampillés et plaqués, pleins d'un échantillon du même vin déjà expérimenté. Le capitaine Lebailh avait pour instruction de traîner l'un des barils à la remorque, à son entrée en mer, à Royan. L'autre baril devait rester dans la cale, plongé dans l'eau de mer, renouvelée tous les jours.

Le 24 juin, *l'Anne-Marie* était de retour à Bordeaux. En

Digitized by Google

examinant le vin contenu dans l'un et l'autre baril, M. Falières constata exactement la même composition en chlorure et en alcool qu'au moment du départ; la magnésie était toujours absente.

Ainsi, le baril qui avait été traîné à travers l'eau, pas plus que celui que l'on avait inondé d'eau de mer dans la cale, n'avaient laissé pénétrer l'eau de la mer.

Il faut donc conclure que les vins dits *marinés* ne sont pas altérés dans le sens que l'on attribue communément à ce mot. L'eau de la mer ne peut pénétrer dans des barriques de vin bien conditionnées. La présence de l'eau de mer dans des barriques pleines de vin ne peut s'expliquer qu'en admettant une fraude, une violation de la marchandise, dont les compagnies d'assurances ne sauraient être responsables.

On a fait à M. Falières l'objection suivante : « Comment admettre que les falsificateurs allongent les vins avec de l'eau de mer, qui a un goût si désagréable, au lieu de les additionner d'eau douce, dont tous les navires de commerce font provision? »

A cette objection, M. Falières répond :

« Les navires marchands n'emportent généralement que la quantité d'eau douce rigoureusement nécessaire pour les usages culinaires de l'équipage. S'il embarquait davantage d'eau douce (par exemple 50 hectolitres pour frauder 100 tonneaux de vin, à raison de 8 litres d'eau par barrique), le capitaine attirerait sur lui des soupçons. »

Mais il est une autre raison bien plus sérieuse. C'est que l'eau douce, même en petite quantité, *aplatit* le goût du vin, tandis que l'eau de mer lui conserve sa *vinosité*. M. Falières a appelé en consultation des dégustateurs réputés habiles. Il leur présentait un même vin n° 1 pur, n° 2 additionné de 25 grammes d'eau douce par litre, n° 3 additionné du même poids d'eau de mer. Ils s'accordaient tous à reconnaître que le n° 2 était plus *plat* que les autres. Et,

Digitized by Google

chose singulière, quelques-uns préféraient le vin mariné n° 3 au même vin pur n° 1. Ces essais ont été faits avec un vin commun et de l'eau de mer artificielle.

Il ne serait pas étonnant que certains marins falsificateurs eussent observé la propriété que possède l'eau de mer de ne pas enlever au vin sa vinosité, et en conséquence, qu'ils l'employassent de préférence à l'eau douce pour la mêler en fraude aux vins qu'ils sont chargés de transporter.

14

Le parchemin végétal.

J'ai rappelé dans un autre chapitre de ce volume que le parchemin végétal a été découvert par M. Poumarède et moi, en 1846. Depuis que M. Galle, en Angleterre, s'est emparé de ce procédé et que le riche fabricant de papiers M. Warren de la Rue, le même qui s'occupe avec succès d'astronomie physique, a commencé l'exploitation industrielle de ce produit, le parchemin végétal a reçu de nombreux emplois. Nous trouvons dans un journal de science industrielle le tableau suivant de ses applications variées :

« L'emploi du parchemin végétal n'est pas exclusivement limité à la typographie et à la reliure. Son usage s'accroît journellement, à cause de son prix peu élevé comparativement à celui du parchemin animal et des autres matières analogues qu'il remplace avantageusement; il a, en outre, l'inestimable mérite d'être imputrescible.

Préparé d'une certaine manière pour l'écriture, les impressions typographiques et lithographiques, il convient particulièrement pour les cartes de géographie, les gravures, les lithographies, les documents de tous genres, les actions, les billets de commerce ou de banque, les tickets de chemins de fer et d'omnibus, les chèques, etc.

L'encre ordinaire d'impression doit recevoir une petite addition de gomme qui l'empêche de s'étaler sur la surface du

Digitized by Google

parchemin végétal. Celui-ci peut remplacer le parchemin animal pour les impressions dites sur vélin, destinées aux bibliophiles, et servir à imprimer des diplômes, des cartes marines, des fac-simile d'anciens manuscrits, des armoiries, etc. En Angleterre, il est employé légalement pour tous les documents publics qui autrefois devaient s'écrire sur parchemin animal. La force et la résistance à l'humidité du parchemin végétal font qu'il sert à l'exécution de plans et de dessins; en feuilles minces et très-transparentes, il remplace le papier à calquer, le papier huilé, etc. Il est même spécialement propre à ces usages, car sa surface, qui est très-lisse, se salit difficilement et peut se nettoyer sans difficulté et sans danger; les coups de crayon de mine de plomb s'effacent aisément et sans laisser aucune trace, et les pointes du compas ne laissent que de légères piqûres.

Le parchemin végétal blanc ou coloré peut servir à brocher des volumes, et s'emploie déjà beaucoup en France et en divers autres pays pour couvrir certaines publications riches et ordinaires.

Préparé exprès, il pourrait convenir à la peinture à l'huile; albuminé ou salé, il sert comme papier photographique. On peut l'employer pour l'aquarelle, comme le carton Bristol.

Ce produit, étant imperméable et possédant la propriété de recouvrer sa fermeté après avoir été plongé dans l'eau, peut remplacer avec avantage les feuilles qui couvrent hermétiquement les conserves, les gelées, les assaisonnements, les confitures, le tabac, etc. Plusieurs des principaux épiciers en gros et en détail de Paris font exclusivement usage du parchemin végétal pour cet objet. Les étiquettes nécessaires, imprimées en or, en argent et en couleur, demandent une main très-habile dans ce genre d'impression. Le parchemin végétal est inattaquable par les acides, les alcalis, l'éther ou la graisse; aussi l'emploie-t-on surtout à envelopper les produits chimiques, les drogues et la parfumerie, ainsi que divers comestibles : le beurre, le fromage, la graisse, les saucissons, etc. Il sert aussi à faire des étiquettes pour ces produits.

Le parchemin végétal est aussi employé pour recouvrir les murs humides, en place de feuilles d'étain ou de zinc, et pour garnir l'intérieur des cols ou des cravates, et des chapeaux ou coiffures, afin d'empêcher la transpiration, la graisse, etc., de traverser ces objets.

Dans les fabriques de vernis, de couleur ou de cirage, on l'utilise pour couvrir les vases; il sert aussi à doubler les ba-

Digitized by Google

rils contenant des matières liquides ou solides facilement vaporisables ou qui attaquent le bois, les sels d'étain par exemple. On en fait aussi usage pour les jouets d'enfants, tels que tambours, etc.

Dans les laboratoires, il sert à réunir et à enter les tubes, les siphons, les appareils condenseurs, réfrigérants, etc. Il remplace, en outre, les vases poreux en porcelaine ou en terre de pipe employés dans les piles comme vases poreux, et dont l'usage est si coûteux pour les grandes opérations : il rend de grands services à la chimie analytique.

L'usine de MM. Scheffen et C^ie^, à Dusseldorf, produit cinq sortes de parchemin végétal, en rouleau sans fin et en feuilles de diverses dimensions. Des lettres ou des numéros distinguent les sortes suivant leur différente épaisseur.

Comme on l'a déjà dit, le parchemin végétal peut être colorié et estampé de manière à imiter le cuir. Dans cet état, il s'appelle parchemin-cuir et remplace avantageusement le maroquin, dont le prix est extrêmement élevé. Il possède une grande solidité, il est très-durable, et sa surface s'abime difficilement. Le parchemin-cuir, qui n'a aucune affinité pour les huiles et les matières grasses, peut se nettoyer sans que son état naturel subisse le moindre changement. Il reçoit aussi facilement que le maroquin les enjolivements et les ornements que l'on y imprime à froid : il est donc parfaitement propre à la reliure »

15

Chapeaux en papier.

L'Amérique nous a fourni, la première, des cols et des manchettes de papier. Elle fabrique maintenant des chapeaux de papier qui ressemblent merveilleusement à ceux de paille, et sont destinés à les remplacer. La confection en est très-simple. A l'aide de la galvanoplastie, on recouvre un panama d'une couche métallique, qui devient ensuite le moule des chapeaux de papier. Dans ce moule, on verse la pâte liquide de papier, que l'on presse ensuite et laisse sécher. Les chapeaux de papier se détachent ensuite très-aisément les uns des autres. Un enduit les rend, après cela,

Digitized by Google

imperméables et leur donne la couleur désirée. Ces nouvelles coiffures sont d'une légèreté et d'une souplesse extrêmes. Bien plus élastiques que les panamas, ils sont moins exposés à des déchirures. Enfin, le prix en est extrêmement minime.

16

Emploi de l'asphalte contre la propagation des incendies.

Des expériences très-intéressantes ont été faites, vers le commencement de 1869, par MM. Eugène Flachat et Noisette, dans un des dépôts de la Compagnie générale des Omnibus, sur l'application de l'asphalte coulé, en vue d'empêcher la propagation de l'incendie sur les planchers des magasins et greniers à fourrages.

Deux tables en sapin de 4 mètres carrés, de $0^m,027$ d'épaisseur, et portées sur quatre pieds, à 1 mètre de hauteur, avaient été disposées à l'air libre, et revêtues d'une couche d'asphalte de $0^m,015$ sur terre à four de $0^m,025$ d'épaisseur. Un feu de bois des plus violents fut entretenu sur chacune de ces tables, durant une heure et quart. Ramollissement de l'asphalte, vaporisation des huiles essentielles qu'il contenait aux points en contact avec le feu, inflammation momentanée des petits jets de vapeur blanche provenant de ces essences : tels furent les phénomènes qui se produisirent. Les cendres et débris carbonisés, enchâssés dans l'asphalte, ayant été retirés, celui-ci s'est montré à peine altéré sur une épaisseur de $0^m,002$ à $0^m,004$.

La croûte calcaire laissée par la combustion de cette faible épaisseur avait suffi pour préserver le reste de la couche d'asphalte, qui était resté intact. Il est à remarquer que cette mince couche de $0^m,002$ à $0^m,004$, bien qu'altérée par la disparition d'une partie des huiles essentielles, en contenait cependant encore assez pour reprendre sa dureté par le refroidissement. L'asphalte fut ensuite enlevé et la terre à four mise à découvert ; elle n'avait pas subi la

Digitized by Google

moindre altération, et quand elle fut retirée, non-seulement le plancher ne portait aucun signe d'échauffement, mais il avait été tellement préservé de la chaleur que la main pouvait y être tenue, la température ne dépassant pas 35 à 40 degrés.

Cette première expérience terminée, on a allumé sous l'une des deux tables un foyer très-intense ; le feu s'est bientôt communiqué aux solives et à la surface inférieure des planches, qui sont entrées en combustion. Mais la flamme, ne pouvant se faire jour à travers les interstices des planches hermétiquement fermées par la couche d'asphalte, est restée inactive. A la fin, les pieds de la table se sont embrasés à leur tour, et le plancher en s'affaissant a étouffé en même temps son propre feu et le foyer placé au-dessous. Ces deux expériences, qui ne sont que la reproduction d'un phénomène constaté à la suite d'un sinistre dans un grand établissement industriel, ont mis hors de doute ce fait inattendu, que l'asphalte est l'isolant le plus efficace d'un foyer d'incendie, que ce foyer se trouve au-dessus ou au-dessous du foyer de l'incendie.

Déjà la Compagnie des Omnibus a fait revêtir les planchers de ses greniers à fourrages d'une couche d'asphalte de $0^{m},015$ d'épaisseur, appliquée sur une couche de terre à four de $0^{m},025$.

Ce genre de plancher n'est pas d'un prix plus élevé que le plancher en bois, et l'emploi pourrait en être généralisé avec le plus grand avantage dans les filatures, dans les établissements industriels et dans les magasins de matières combustibles. Dans les maisons particulières, une simple couche d'asphalte entre les lambourdes, au-dessous du plancher, limiterait l'incendie aux objets combustibles contenus dans le local situé entre un plancher et un plafond ainsi disposé. Dans les planchers en fer, ce métal, entouré de matières mauvaises conductrices de la chaleur, ne pourrait être porté à la température à laquelle sa résistance diminue notablement, que par un brasier très-ardent et durant plusieurs heures.

Digitized by Google

17

Cartouches pour éteindre les incendies.

On sait que dans les cas d'incendie par combustion d'essences, d'alcools, de résines, de pétrole, l'eau n'est pas un corps extincteur. Souvent, au contraire, elle apporte un nouvel élément d'incandescence en se décomposant.

La *Revue de chimie* nous apprend que M. Muterse, chimiste à Guérande, sachant que le chlore gazeux est un extincteur par excellence, et même un obstacle de toutes combustions, eut l'idée de faire usage de cartouches contenant du *chlorure de magnésium*, composé qui renferme beaucoup de chlore, et d'où il se dégage par la seule action de la chaleur. Ce produit est renfermé dans des cartouches du poids de 1 kilogramme, enveloppées dans du fort papier, pour éviter l'action hygrométrique de l'air. Pour s'en servir, on déchire une de ces cartouches, sous l'eau, en prenant 1 hectolitre d'eau pour chaque cartouche, et l'on en projette ensuite la solution sur le foyer, à l'aide de pompes, baquets, arrosoirs, etc. Dans les grands établissements, les gares, les théâtres, les usines, etc., la dissolution peut être préparée à l'avance dans des réservoirs ou citernes, où elle garde toutes ses propriétés, quel que soit le moment de son emploi.

Des expériences faites aux entrepôts de la Villette, à l'usine à gaz d'Anderlecht, dans une filature à Courtray, aux mines du Grand-Hornu, etc., ont démontré l'efficacité des cartouches Muterse.

18

Moyens de sauvetage en cas d'incendie.

Lorsqu'un incendie se déclare, l'escalier est presque toujours envahi par les flammes, et le sauvetage des habi-

Digitized by Google

tants doit forcément se faire par les fenêtres. Les moyens employés en ce cas sont presque toujours insuffisants, et ils sont toujours incertains par suite du trouble ou de la terreur de ceux qui s'en servent.

M. Charrière, constructeur d'instruments et d'appareils de chirurgie, voudrait faire adopter dans chaque appartement un appareil qu'il a imaginé, pour que, en cas d'incendie, les habitants pussent opérer leur sauvetage eux-mêmes, sans secours extérieurs.

L'appareil proposé par M. Charrière est très-simple. Il consiste en une corde d'une longueur double de la hauteur de l'étage où il doit être installé et en une poulie spéciale qui est dormante pendant la descente, et libre ou folle pendant l'ascension. Dans les cas de surprise imprévue, cette poulie pourrait être remplacée par une serviette nouée ou un bout de corde. Une manière toute particulière imaginée par M. Charrière pour attacher cette poulie au châssis de la croisée complète ce petit outillage.

Une commission de la Société d'encouragement pour l'industrie a assisté aux expériences que M. Charrière a fait faire à la caserne des sapeurs-pompiers de la rue du Vieux-Colombier. Toutes les manœuvres ont été faciles et exécutées avec une grande rapidité. Les appareils sont simples et peu coûteux; leur efficacité ne saurait être douteuse.

M. Charrière voudrait que ces appareils fissent partie du mobilier de tous les appartements. L'honorable constructeur a rendu publique la description de ces moyens de sauvetage pour empêcher que quelque fabricant ne s'avisât de les mettre sous le privilége d'un brevet d'invention.

19

Les projectiles explosifs employés pour la pêche à la baleine.

Depuis quelques années on remplace le simple harponnage à la main, dans la pêche de la baleine, par un long

Digitized by Google

fusil qui lance un harpon muni d'une corde, portant un harpon barbelé et une balle explosive. La balle explosive et la fusée contiennent une charge de poudre de 1100 grammes environ. Au moyen d'une amorce, dont la combustion dure dix secondes, la fusée met le feu à la charge de la balle explosive, qui éclate après avoir pénétré dans le corps de l'alimal. La mort de la baleine est instantanée. Le harpon qui reste engagé dans la plaie est garni de barbelures dirigées de telle manière qu'il ne puisse lâcher prise par la traction de la corde.

Le fusil, malgré sa forte charge, a si peu de recul que celui qui en fait usage peut, sans crainte, l'appuyer contre son épaule. Le coup est tiré d'un canot, à une distance qui peut être portée à 30 mètres.

Les avantages de ce nouveau système ont été reconnus par plusieurs Compagnies américaines pour la pêche de la baleine, par des expériences de plusieurs années. En 1866, deux petits navires à vapeur expédiés des États-Unis en Islande capturèrent, dans l'espace de deux mois, quarante-six baleines. En 1867, dans un même espace de temps, ils en prirent quarante.

Toutes ces baleines étaient de l'espèce dite *couleur de soufre* (*sulphur bottom*). La pêche en est si difficile que jamais les Américains ne l'ont tentée, parce que l'animal, quand il est tué, coule à une grande profondeur, et que, pour le relever à la surface, il faut développer une force de tractiou qui fait sortir de la plaie les harpons de forme ordinaire. Le nouveau procédé n'a donné lieu à aucun accident de cette nature; pas un seul homme n'a été blessé, pas un canot n'a été endommagé.

Digitized by Google

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES.

I

Séance publique annuelle de l'Académie des sciences. — Éloge de Puissant, par M. Élie de Beaumont. — Récompenses et prix pour l'année 1868.

L'Académie des sciences a tenu le 14 juin 1869 sa séance publique annuelle.

M. Élie de Beaumont, secrétaire perpétuel, chargé de composer cette année l'*Éloge* académique, avait choisi pour sujet de cette étude Louis Puissant. Ce géomètre a tenu pendant de longues années le sceptre de la géodésie; il a présidé aux travaux les plus importants exécutés pour la mesure précise du territoire français. A cet ordre particulier de travaux, qui n'est qu'une application de la géométrie sur le terrain, Puissant ajouta un grand nombre de découvertes dans les mathématiques pures.

L'exposé des travaux de Puissant ne nous a pas paru captiver beaucoup le public demi-mondain, demi-savant qui composait l'auditoire de M. Élie de Beaumont. Nous craindrions, en nous engageant dans la même analyse, de ne pas intéresser davantage nos lecteurs. Nous arriverons donc tout de suite aux prix et récompenses décernés par l'Académie.

Ces prix et récompenses comprennent deux catégories : les prix de *Sciences mathématiques* et les prix de *Sciences physiques*.

Les *prix de Sciences mathématiques* comprennent les *prix d'astronomie*, *de mécanique*, *de statistique* et quelques autres que nous énumérerons plus loin. Les *prix de Sciences physiques* comprennent les *prix de physiologie*, ceux de *médecine et de chirurgie;* celui des *arts insalubres;* le *prix Bréant*, relatif

Digitized by Google

au choléra; le *prix Jecker*, qui concerne les progrès de la chimie; le *prix Barbier*, qui se rapporte aux découvertes en chirurgie, le *prix Godard;* le *prix Desmazières*, concernant la botanique, et le *prix Thoré*, qui se rapporte à l'une des branches de l'histoire naturelle.

Sciences mathématiques. — M. Janssen, qui s'est rendu, en 1868, dans l'Inde anglaise, pour y suivre les phases de l'éclipse solaire du 18 août dernier, s'est illustré par une découverte vraiment mémorable dans l'histoire de l'astronomie physique.

L'étude des raies obscures du spectre, obtenues en décomposant la lumière qui émane des différents corps célestes, est devenue, depuis quelques années, l'origine de découvertes extraordinaires; mais l'une des plus remarquables en ce genre est celle qui nous a dévoilé la véritable nature de l'espèce d'auréole nuageuse qui environne le disque du soleil et que l'on connaît sous le nom de *photosphère*. Jusqu'à quelle hauteur s'étend cette atmosphère au-dessus de la surface visible du soleil? Quelle est la nature de ces protubérances singulières, de couleur rose ou violacée, qui se montrent autour du soleil lorsque son disque est complétement effacé par la lune? La solution de ces questions du plus haut intérêt ne semblait devoir être abordée qu'à l'aide d'observations faites pendant la durée des éclipses totales de soleil. C'est principalement en vue d'arriver à quelques données nouvelles sur ce sujet que divers observateurs ont été envoyés, en 1868, dans l'Inde et dans la presqu'île de Malaca, pour y observer l'éclipse totale de soleil du 18 août, éclipse qui devait être particulièrement favorable à ce genre d'observation, en raison de la longue durée de sa phase totale.

M. Janssen, qui avait reçu sa mission du Bureau des longitudes et de l'Académie des sciences, s'est rendu dans l'Inde anglaise, et s'est installé à Guntoor, sur la ligne de centralité de l'éclipse. Au moment du phénomène, le temps a été heureusement favorable aux observations. M. Janssen a pu analyser la lumière des protubérances solaires, et il y a trouvé tous les caractères de la lumière émise par des masses gazeuses incandescentes qui seraient composées de gaz hydrogène.

Mais le résultat capital de l'observation de l'éclipse solaire faite par M. Janssen, c'est la découverte d'une méthode pour observer ces protubérances solaires en tous temps, sans qu'il soit nécessaire d'attendre pour cela le moment où le disque du soleil est complétement masqué par l'interposition de la lune

Digitized by Google

entre l'astre et l'observateur. Cette méthode, dont M. Janssen conçut le principe pendant l'éclipse même, fut appliquée par lui le lendemain et réussit pleinement. Pendant dix-sept jours, du 19 août au 4 septembre, M. Janssen put observer les protubérances solaires et en dresser des cartes qui ont montré que ces immenses masses gazeuses se déforment et se déplacent avec une rapidité extraordinaire.

L'Académie a récompensé cette importante découverte de M. Janssen, en décernant à son auteur le *prix d'astronomie.*

Le *prix de mécanique* a été accordé à M. de Lavalley, l'un des ingénieurs du canal maritime de Suez, pour les modifications profondes qu'il a apportées à la disposition des dragues appliquées aux travaux de l'isthme.

Les terrains dans lesquels devait être creusé le canal de Suez se composent, pour la plus grande partie, de sable très-fin, d'argiles assez compactes, faciles cependant à enlever à la drague, et de vases plus ou moins molles et coulantes.

Dès l'origine des travaux, la Compagnie s'était servie, pour le creusement d'un premier bassin de débarquement à Port-Saïd, et pour celui d'un chenal qui devait y conduire les bâtiments légers du commerce, de petites dragues qui versaient leur produit dans des caisses, que des grues enlevaient et vidaient dans des wagons de terrassement. Ce système exigeait donc l'emploi simultané de dragues, de bateaux porteurs, de caisses, de grues fixes et de voies ferrées.

Plus tard, des dragues plus puissantes furent livrées à la Compagnie, et des bateaux porteurs de vase, se vidant par leur fond, servirent à emmener au large les déblais qui n'étaient pas destinés à fournir le remblai des berges du canal.

Après le creusement de deux rigoles latérales de 18 à 20 mètres de largeur, qui déterminaient la largeur définitive du canal, et dont les déblais étaient versés sur leurs bords extérieurs par des couloirs de 18 mètres de longueur, perpendiculaires à la longueur des dragues, on dut procéder à leur élargissement, et, par divers moyens, on porta la dimension de ces couloirs à 22 mètres.

Mais les difficultés, déjà très-grandes, que l'on avait prévues et surmontées, furent bientôt accrues par diverses circonstances qui obligèrent à modifier les dimensions transversales du canal, la pente des talus, et, par suite, à augmenter dans une proportion considérable les dimensions et la puissance des appareils.

Digitized by Google

Sur plusieurs points, les talus de la cuvette du canal ne se soutenaient pas à l'inclinaison prévue de 2 de base sur 1 de hauteur. Le passage des canots et des embarcations à vapeur attaquait les berges et les faisait ébouler.

On fut ainsi conduit à adoucir ces talus, à donner au plan d'eau une largeur de 100 mètres, et à reporter les crêtes intérieures des cavaliers qui recevaient les déblais à 120 mètres de distance l'une de l'autre ou à 60 mètres de l'axe du canal.

Pour cela, il fallait donner aux dragues des dimensions inusitées, construire des couloirs de 70 mètres de longueur, les supporter et les relier à ces dragues.

Tel fut le problème difficile que M. Lavalley ne craignit pas d'aborder.

Sans entrer dans les détails techniques des dragues que M. Lavalley a fait construire, nous dirons que le succès a couronné la tentative audacieuse de cet ingénieur. Vingt des dragues immenses, dix-huit élévateurs avec leurs chalands flotteurs, ont accéléré la marche des travaux de creusement du canal de Suez et assuré, pour la fin de l'année 1869, l'ouverture de cette grande voie de communication, que le monde civilisé devra à la persévérance de M. de Lesseps, et qui sera pour la France un sujet de légitime orgueil.

Le *prix de statistique* a été décerné à M. le docteur Bérigny, pour ses *Observations météorologiques faites à Versailles, de* 1847 *à* 1867, dont les tableaux complets ont été publiés dans l'*Annuaire météorologique*.

Depuis quelques années, la météorologie fait de grands efforts pour se constituer à l'état de science, et tout donne l'espoir qu'elle y parviendra. Mais c'est un espoir à longue échéance encore. C'est qu'en météorologie le passé est perdu s'il n'a été enregistré avec intelligence et en même temps avec minutie. Il faut conserver toutes les observations, car on ignore l'usage qui en sera fait. M. Bérigny a eu la patience de recueillir pendant vingt ans des données météorologiques journalières, qu'il est rare de voir continuer aussi longtemps par le même observateur. Ses tableaux présentent trois fois par jour l'état du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, la direction et l'intensité du vent, la forme des nuages, la nébulosité du ciel, enfin la quantité de pluie tombée le jour et la nuit. Ils sont suivis de résumés annuels et d'un journal météorologique.

A la suite de ce prix, l'Académie accorde une mention hono-

Digitized by Google

rable au docteur Hébrard, pour la partie statistique de son *Essai historique et statistique sur les établissements et institutions de bienfaisance dans la ville de Bourg, de* 1560 *à* 1862. Un vol. in-8°, 1866.

Elle accorde, en outre, une mention honorable à M. Fayet, pour son *Rapport de* 1867 *sur la situation comparée de l'instruction primaire dans le département de l'Indre.*

Une mention honorable est décernée à M. Charpillon pour la partie statistique de son ouvrage sur *Gisors et son canton* (Eure). Une mention honorable est également accordée à M. Rambosson pour son recueil statistique intitulé : *Les Colonies françaises*, publié en 1868.

Le général Poncelet a institué un prix annuel pour récompenser les découvertes faites chaque année dans les mathématiques pures. Ce prix est décerné cette année à M. Clebsch pour l'ensemble de ses travaux mathématiques, et particulièrement pour ses recherches sur l'application du calcul intégral à l'étude des courbes et des surfaces algébriques.

Le grand prix de *science mathématique* n'a pas été décerné.

Sciences physiques. — Le *grand prix de physiologie expérimentale* a été accordé à M. Gerbe, naturaliste attaché au laboratoire du Collége de France, pour ses études relatives au développement de l'œuf dans les animaux inférieurs (rôle de la vésicule de Purkinge et de la vésicule de Balbiani dans l'ovule primitif).

Après ce grand prix, un encouragement a été décerné à un autre naturaliste, M. Goujon, pour un travail intitulé : *Recherches expérimentales sur les propriétés de la moelle des os.*

M. Goujon a extrait des fragments de moelle de l'un des fémurs d'un lapin et les a transplantés, soit sous la peau, soit dans une incision saignante faite à un muscle du même animal.

Il a également pris plusieurs petits cylindres de moelle sur des os cubitus et des os radius de poulet, et les a insérés dans les muscles pectoraux d'autres poulets.

Dans les deux cas, les fragments de moelle ainsi transplantés en des milieux riches en vaisseaux, se sont greffés avec les tissus environnants, et ont donné naissance à des productions osseuses.

Par ces expériences, M. Goujon a démontré d'une manière incontestable que la moelle osseuse peut se greffer, et possède,

Digitized by Google

comme le périoste, la propriété de reproduire les os. Il confirme ainsi l'opinion, déjà accréditée, que la moelle joue un rôle actif dans la formation du cal.

Le monde savant a retenti, dans ces dernières années, des beaux travaux d'un médecin militaire, M. Villemin, qui sont venus jeter un jour tout nouveau sur la nature de la phthisie pulmonaire et les causes du caractère contagieux qu'il est difficile de dénier maintenant à cette affection redoutable.

Le fait capital sur lequel M. Villemin assied cette nouvelle doctrine, c'est que le tubercule de la phthisie pulmonaire peut s'inoculer de l'homme à un animal et d'un animal à l'autre. Ce fait est aujourd'hui incontestable. Si l'on fait à l'oreille d'un lapin, à l'aisselle, à l'aine, aux lombes, une plaie sous-cutanée si petite, si peu profonde qu'elle ne donne pas la moindre gouttelette de sang, et qu'on y insinue, de manière qu'elle ne puisse s'en échapper, une parcelle grosse comme une tête d'épingle de matière tuberculeuse prise sur l'homme, sur la vache ou un lapin rendu tuberculeux; si, d'autre part, on instille sous la peau d'un animal quelques gouttes de crachats de phthisiques rendus plus liquides par leur mélange avec un peu d'eau, un tubercule local se reproduit en quelques jours sous la forme d'une matière caséeuse, et les ganglions lymphatiques en communication avec les plaies d'inoculation se parsèment de grains, de nodules tuberculeux.

Au bout de quinze, vingt, trente jours, les animaux inoculés maigrissent, s'affaiblissent progressivement, tombent dans le marasme et meurent dans un état de maigreur extrême.

La phthisie pulmonaire se produit donc toujours, on peut le dire, chez certains animaux, à la suite de l'insertion sous la peau d'une parcelle de matière tuberculeuse. Suivant M. Villemin, on ne saurait expliquer ce fait, ni par le transport pur et simple de la matière déposée dans la plaie, ni par la communication de proche en proche d'une phlegmasie du lieu de la piqûre aux organes où viennent éclore de nouveaux tubercules, ni par une greffe, ni par le simple accident d'une blessure. Il faut donc conclure que le fait accompli est une véritable inoculation. Cette parcelle tuberculeuse, introduite expérimentalement dans un organisme, y produit la maladie qui l'a engendrée, c'est-à-dire une matière morbide identique, inoculable à son tour sur un autre sujet vivant.

A la suite de nouvelles expériences, M. Villemin a été amené à reconnaître que la matière tuberculeuse, c'est-à-dire la poudre des crachats desséchés des phthisiques étant mêlée aux ali-

Digitized by Google

ments, produit ici l'inoculation du tubercule dans l'intestin et, par suite, une tuberculose générale.

Une longue discussion à l'Académie de médecine, en 1868, jointe à une foule d'expériences du même ordre, dues à différents observateurs, ont établi l'exactitude de la doctrine posée par M. Villemin, à savoir la transmissibilité de la phthisie pulmonaire d'un animal à l'autre par l'inoculation d'un tubercule. L'Académie des sciences vient de se ranger à la même opinion. En effet, les commissaires de l'Académie ont répété les expériences de M. Villemin; ils se plaisent à proclamer leur exactitude, et ils accordent à M. Villemin le *grand prix de médecine et de chirurgie*.

L'Académie des sciences consacre de cette manière et adopte la théorie qui a fait tant de bruit dans le monde médical.

Une mention honorable a été accordée à M. Feltz, pour un travail intitulé : *Études cliniques sur les embolies capillaires*, recherches très-originales sur les causes de l'engorgement de la circulation du sang dans les vaisseaux capillaires.

Une mention du même genre est accordée à M. Flint, pour des *Études chimiques et physiologiques sur la cholestérine et son rôle dans l'économie animale*. D'après M. Flint, la cholestérine est un produit de désassimilation du cerveau et des nerfs, qui se sépare du sang dans le foie.

Le *Traité de la menstruation*, de M. Racibovsky, a obtenu, comme les deux précédents, une mention honorable.

Les auteurs dont les noms suivent sont l'objet d'une citation flatteuse dans le rapport pour les prix de médecine et de chirurgie :

M. Larcher père, pour son ouvrage intitulé : *Études physiologiques et médicales sur quelques lois de l'organisme;*

M. Goubaux, pour un mémoire manuscrit *sur le trou de Botal chez les animaux domestiques;*

M. Jaccoud, pour un livre intitulé : *Leçons de clinique médicale*, in-8°, 865 pages, 1867;

M. Gaudry, pour son mémoire *sur la structure de la capsule surrénale de l'homme et de quelques animaux;*

M. Susini, pour son travail *sur l'imperméabilité de l'épithélium vésical;*

M. Cabadé, pour son mémoire intitulé : *Essais sur la physiologie des épithéliums;*

M. Hayem, pour son mémoire *sur les diverses formes d'encéphalite.*

Le *prix Bréant*, relatif à la guérison du choléra, n'a pas été

Digitized by Google

décerné cette année plus que les années précédentes. Aucun travail n'a paru à l'Académie digne du prix de 100 000 francs offert par le testateur à celui qui trouvera le moyen de guérir le choléra asiatique, ou qui aura trouvé les moyens d'en prévenir les causes.

Trois ouvrages de médecine qui se rapportent plus ou moins directement à la question ont obtenu de se partager les intérêts du capital de ce prix. Depuis la fondation du *prix Bréant*, qui remonte à plus de dix ans, c'est toujours la même conclusion, et ce résultat négatif est sans doute destiné à se prolonger longtemps encore.

Le prix dit des *arts insalubres* est décerné à M. Vignier, ingénieur en chef, pour le moyen qu'il a imaginé de prévenir les collisions des trains de chemin de fer.

Le système de M. Vignier consiste à rattacher aux leviers de manœuvre des aiguilles et aux leviers de manœuvre des signaux de protection établis à distance, des tiges qui, pénétrant les unes dans les autres, à la manière des verrous dans leurs gâches, s'enclanchent mutuellement de telle façon qu'il soit impossible d'effacer certains de ces signaux avant d'avoir fait apparaître ceux qui doivent protéger le train auquel l'effacement des premiers ouvre la voie, ou réciproquement. Ce système a été appliqué pour la première fois, il y a une douzaine d'années, sur les lignes des chemins de fer de l'Ouest, en des points où la multiplicité des bifurcations ou embranchements et l'activité de la circulation aggravaient, dans une proportion redoutable, les chances de collision.

L'expérience en a si bien démontré l'efficacité, qu'il est aujourd'hui devenu général en France et à l'étranger. On en voyait de beaux modèles à l'Exposition universelle de 1867, dans les sections française et anglaise.

M. Vignier n'a point pris de brevet pour son invention, qu'il a généreusement laissée dans le domaine public.

Le *prix Jecker*, relatif aux progrès de la chimie organique, est accordé à M. Favre, professeur de chimie à Marseille, pour ses *Recherches sur la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques*.

Le *prix Barbier* doit, suivant les intentions du testateur, être accordé à « celui qui fera une découverte précieuse pour la science chirurgicale, médicale, pharmaceutique et dans la bo-

Digitized by Google

tanique ayant rapport à l'art de guérir. » Parmi les travaux soumis à son examen, l'Académie a distingué ceux de M. Fraser, médecin anglais, et ceux de M. le docteur Rabuteau.

M. Fraser a envoyé une étude approfondie des caractères botaniques de l'action physiologique et des usages thérapeutiques du *Physostigma venenosum*, légumineuse papilionacée qui donne pour graine la *fève de Calabar*. On connaissait bien déjà l'action remarquable de l'éserine sur la pupille. L'auteur a examiné l'influence des extraits alcooliques des enveloppes de la graine, et en a déduit des faits importants pour la thérapeutique.

M. Rabuteau a expérimenté, au point de vue physiologique, l'action de certains composés métalliques, les fluorures, les iodates, les iodures, les bromates et les bromures, etc. Ses recherches ont amené des résultats intéressants.

Le *prix Barbier* a été en conséquence partagé entre les études de M. Fraser et les recherches de M. le docteur Rabuteau.

Le *prix Godard* a été accordé au professeur Ercolani, de Bologne, pour des recherches anatomiques sur les glandes de l'utérus.

Le *prix Desmazières*, qui s'applique aux travaux sur les végétaux cryptogames, a été accordé à M. Nylander, pour ses études sur la famille des lichens.

Les travaux de M. Nylander, qui ont eu pour objet l'étude des lichens de la Nouvelle-Grenade et de la Nouvelle-Calédonie, présentent une véritable importance par le nombre des plantes sur lesquelles ils ont porté, par la précision des déterminations et par les conséquences intéressantes qui en découlent au point de vue de la géographie botanique des plantes cryptogames.

Depuis 1852, M. Nylander s'est consacré à l'étude des végétaux cryptogames: il a appliqué les procédés d'investigation microscopique à l'examen de leurs organes de reproduction avec plus de précision qu'aucun autre naturaliste, soit à un point de vue général, soit pour mieux établir la distinction des genres et des espèces; il a surtout employé avec succès des réactifs chimiques variés pour l'étude et l'organisation de ces végétaux.

Le *prix Thoré* a pour objet de récompenser les travaux publiés chaque année sur l'histoire des insectes. M. Lespès, professeur à la Faculté des sciences de Marseille, a obtenu ce prix,

Digitized by Google

pour ses recherches anatomiques sur les coléoptères aveugles et ses travaux sur l'organisation et les mœurs du *termite lucifuge*.

On a trouvé dans les cavernes de la Carniole de petits coléoptères privés des organes de la vue, et, dans ces dernières années, d'autres espèces du même genre ont été rencontrées dans des grottes profondes des Pyrénées et du département de l'Ariége. M. Lespès a étudié ces nouvelles espèces.

L'exiguïté de la taille de ces insectes rendait cette étude difficile. M. Lespès ne s'est pas laissé vaincre par cette difficulté, et ses dissections lui ont permis de constater chez ces coléoptères, non-seulement l'absence totale des yeux, mais encore l'absence des nerfs optiques et de la partie des centres nerveux cérébroïdes qui, chez les insectes ordinaires, se trouve en rapport avec les nerfs optiques.

Les recherches faites par M. Lespès sur les termites ont une grande importance. On ne connaissait qu'assez imparfaitement la véritable nature de différentes sortes d'individus qui existent dans les nids de termites. Aucune étude anatomique propre à éclaircir les faits douteux n'avait encore été exécutée. L'analogie avait été prise pour guide lorsque l'observation directe demeurait insuffisante, et l'on avait été ainsi amené à croire que les sociétés de termites sont constituées à peu près comme celles des fourmis. Les travaux de M. Lespès ont rectifié des opinions prématurément conçues et ont révélé plusieurs faits qui n'avaient pas même été soupçonnés.

M. Lespès a étudié le petit *termite lucifuge* qui cause la désolation des habitants de plusieurs villes de nos départements de l'Ouest, et par des dissections délicates il est arrivé à déterminer sûrement la nature de chaque catégorie d'individus. Ses observations viennent étendre nos connaissances sur la composition des sociétés de termites, ces insectes qui comptent au nombre des êtres les plus extraordinaires par leurs mœurs et leur industrie.

2

Séance publique annuelle de l'Académie impériale de médecine.

L'Académie a tenu, le 15 décembre 1868, sa séance publique annuelle. Ces séances annuelles se suivent et se ressemblent : même programme, même appareil, même mise en scène.

Digitized by Google

Le rapport général du secrétaire perpétuel, M. Dubois (d'Amiens), a été lu par M. Delpech. C'est un résumé substantiel des rapports officiels de fin d'année et des jugements portés par les commissions de prix sur le mérite des travaux admis au concours. Ce rapport constate un fait dont il y aurait à se louer hautement s'il était aussi sûrement établi que M. Dubois paraît le penser : c'est l'amélioration de l'état sanitaire en France, la diminution des épidémies, à la fois dans leur fréquence et dans leur intensité, le décroissement, en particulier de la variole, dû à la propagation de plus en plus active de la vaccine.

Le rapport signale aussi le progrès des établissements d'eaux minérales dû en grande partie à l'intervention de l'Académie.

Après la lecture de ce rapport, M. Béclard a lu l'*Éloge de Velpeau*. C'est un des plus remarquables discours que le secrétaire annuel ait prononcés. L'éloge de Velpeau était un sujet redoutable, car les individualités accentuées comme l'illustre chirurgien de la Charité sont connues de tous les contemporains. M. Béclard a parfaitement réussi à louer en Velpeau l'ardeur, la passion pour le travail, la noble lutte soutenue si victorieusement contre la pauvreté et l'ignorance. Il a dépeint parfaitement l'homme qui, d'une condition très-humble, s'est élevé à une renommée incontestée.

Voici le tableau des prix décernés pour l'année 1868 par l'Académie de médecine dans sa séance annuelle :

Prix de l'Académie. — « Des épanchements sanguins dans l'épaisseur des tissus. » (De la valeur de 1000 francs.)

L'Académie ne décerne pas le prix; mais elle accorde la somme entière, à titre d'encouragement, à M. G. de Fajole, docteur en médecine à Saint-Geniez (Aveyron), auteur du seul mémoire adressé pour ce concours.

Prix Portal. — « Des tumeurs de l'encéphale et de leurs symptômes. » (De la valeur de 600 francs.)

Aucun mémoire n'a été adressé pour ce concours.

Prix Civrieux. — « Des phénomènes psychologiques, avant, pendant et après l'anesthésie provoquée. » (De la valeur de 800 francs.)

L'Académie accorde une récompense de 600 francs à M. le docteur Alexandre Lacassagne, médecin stagiaire au Val-de-Grâce.

Digitized by Google

Prix Capuron. — « Du traitement des affections utérines par les eaux minérales. » (De la valeur de 1500 francs.)

L'Académie décerne le prix à M. le docteur Charmasson, de Puylaval, médecin inspecteur des eaux de Saint-Sauveur (Hautes-Pyrénées).

Elle accorde des mentions honorables à MM. les docteurs Félix Roubaud (de Paris) et Francisque Garnier (de Lyon).

Prix Barbier. — (De la valeur de 2000 francs.)

L'Académie accorde, à titre de récompense :

1° Une somme de 500 francs à M. le docteur Victor Legros, d'Aubusson (Creuse), pour ses *Recherches sur le traitement des affections scrofuleuses et tuberculeuses* et spécialement *de la phthisie ganglionnaire bronchique ;*

2° Une somme de 500 francs à M. le docteur Jules Besnier (de Paris), pour ses *Recherches sur la nosographie et le traitement du choléra épidémique considéré dans ses formes et ses accidents secondaires.*

Prix Orfila. — « De la digitaline et de la digitale. » (De la valeur de 4000 francs.)

Aucun des mémoires n'a été jugé digne du prix.

La même question sera maintenue pour le concours de 1870.

Prix Godard. — (De la valeur de 1000 francs.)

L'Académie partage le prix de la manière suivante :

1° 600 francs à MM. Prévost et Cottard, internes des hôpitaux, pour leur ouvrage intitulé : *Études physiologiques et pathologiques sur le ramollissement cérébral ;*

2° 400 francs à M. le docteur Larcher, pour sa pathologie de la protubérance annulaire.

Elle accorde des mentions honorables à MM. les docteurs Ancelet (de Vailly-sur-Aisne), Damaschino, chef de clinique à la Faculté de médecine de Paris, Duboué, docteur en médecine à Pau.

Digitized by Google

NÉCROLOGIE.

D'Archiac.

Archiac (Étienne-Jules-Adolphe Desmier de Saint-Simon, vicomte d'), géologue français, membre de l'Institut, était né à Reims, le 24 septembre 1802. Successivement élève de l'École militaire de Saint-Cyr, officier de cavalerie, littérateur, il se consacra, vers 1830, à la géologie. Il a publié, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* et dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, de nombreux mémoires ayant surtout rapport à la constitution des terrains secondaires et tertiaires.

M. d'Archiac entreprit, sous les auspices du ministre de l'instruction publique, une *Histoire des progrès de la Géologie de* 1834 *à* 1862, qui établit sa réputation comme savant. Les sept premiers volumes de cette importante publication traitent de la physique générale du globe, des terrains diluviens et tertiaires, de la formation nummulitique, crétacée, etc.

Élu membre de l'Institut en 1857, nommé en 1861 professeur de paléontologie au Muséum, en remplacement d'Alcide d'Orbigny, M. d'Archiac jouissait en France d'un certain renom scientifique, bien qu'il ne figurât pas au premier rang de nos géologues. Il avait publié depuis quelques années plusieurs ouvrages, la première partie d'un *Cours de paléontologie stratigraphique*, un *Précis de l'histoire de la Paléontologie*, etc., lorsque, dans les premiers mois de l'année 1869, il disparut d'une manière étrange et mystérieuse.

Tous les journaux s'occupèrent de cet événement, et des recherches minutieuses furent faites. Au bout de deux mois seulement on retrouva le corps dans la Seine.

M. d'Archiac s'est-il noyé volontairement ? A-t-il été victime d'une vengeance ou d'une cupidité ? C'est ce qu'on ne saurait établir d'une manière certaine. On croit que des embarras domestiques l'ont porté à attenter lui-même à sa vie.

Lire dans Balzac le chef-d'œuvre intitulé : *Le double ménage*.

Digitized by Google

Libri.

Guillaume-Brutus-Icilius-Timoléon comte Libri-Carucci, né à Florence, le 5 janvier 1803, était le fils d'un réfugié italien, le comte Libri-Bagnano, qui fut condamné en 1816 à dix ans de travaux forcés, par la cour d'assises de Lyon, pour faux effets de commerce.

M. Libri s'était livré de bonne heure à l'étude des mathématiques. S'étant compromis, après 1830, dans les mouvements politiques de l'Italie, il se réfugia en France, où il s'acquit l'amitié d'Arago. Après s'être fait naturaliser Français, il fut reçu membre de l'Académie des sciences, en remplacement de Legendre, grâce à la protection de l'illustre secrétaire de l'Académie.

De nombreux articles publiés dans les *Débats*, la *Revue des Deux-Mondes* et le *Journal des savants*, et surtout son admirable *Histoire des sciences mathématiques en Italie depuis la Renaissance jusqu'à la fin du dix-huitième siècle*, avaient signalé Libri à l'attention du monde savant. Des mémoires disséminés dans des recueils scientifiques, tels que : la *Théorie mathématique des températures terrestres* (1833), l'*Intégration des équations linéaires aux différences du second ordre et des ordres supérieurs* (1834), les *Équations linéaires différentielles à deux variables* (1839), et d'autres travaux mathématiques, forment avec les *Souvenirs de la jeunesse de Napoléon* (1842), les *Lettres sur le clergé et la liberté de l'enseignement*, le bagage littéraire et scientifique du savant italien.

Une fin déplorable devait terminer cette existence, si bien commencée. C'est en 1848 qu'éclata le terrible déshonneur qui devait peser sur tout le reste de la vie de Libri.

Un rapport secret fait en 1846 à M. Guizot, ministre de Louis-Philippe, affirmait que M. Libri avait profité de ses visites officielles aux bibliothèques publiques de Paris et de la province pour détourner et glisser dans les poches de sa redingote des manuscrits et des livres précieux, dont la valeur était estimée environ cinq cent mille francs.

L'accusation était grave et paraissait s'appuyer sur des preuves concluantes; cependant, comme il s'agissait d'un membre de l'Académie des sciences, M. Guizot avait jugé bon d'étouffer l'affaire et d'éviter tout scandale.

Mais la révolution de Février arriva, et le rapport, que l'on avait négligé de faire disparaître, fut retrouvé. La République

Digitized by Google

se crut tenue à plus de sévérité que le gouvernement de Juillet, et le procès fut instruit.

M. Libri, tout en protestant de son innocence, s'était empressé prudemment de passer la Manche. Arrivé à Londres, il apprit que la justice française venait de le condamner à dix ans de reclusion, à la dégradation comme chevalier de la Légion d'honneur, et à la perte de ses emplois.

Le sentiment public approuva hautement cette condamnation, mais plusieurs amis de M. Libri s'obstinèrent à croire à son entière innocence. Il en coûta un mois de prison à M. Prosper Mérimée et à M. de Mars, pour avoir proclamé avec trop d'ardeur, dans un article de la *Revue des Deux-Mondes*, que les juges avaient condamné à la légère leur ami, M. Libri.

Quant à lui, il mena jusqu'en ces derniers temps, en Angleterre, puis en Italie, une existence assez étrange. Il ne s'occupait que de ramasser, Dieu sait comment, des livres, et de les vendre à des prix énormes, dans des ventes publiques. Il s'acquit ainsi une certaine fortune, que personne ne lui enviait.

Chose étrange! cet homme qui a tant eu maille à partir avec les livres, s'appelait *Libri* (*livres*, en latin).

Il est mort à Florence, sa patrie, le 4 septembre 1869.

Bérard.

Bérard (Étienne), docteur en médecine, ancien doyen de la Faculté de médecine de Montpellier, professeur de chimie à cette Faculté et à l'École supérieure de pharmacie, correspondant de l'Académie de medecine et de l'Académie des sciences, commandeur de la Légion d'honneur, est mort, au mois de juin 1869, dans sa ville natale, à l'âge de 80 ans.

Bérard naquit à Montpellier le 12 octobre 1789. Son père était lié de la plus étroite amitié avec Chaptal, dont il était l'associé dans sa fabrique de produits chimiques de Montpellier. L'amitié de Chaptal ne se démentit jamais. Le célèbre chimiste reporta sur le fils sa tendresse pour le père. Sur ses instances, l'enfant fut de bonne heure confié à M. Guillaume, dont l'institution florissait alors à Montpellier, et plus tard au lycée, où il se prépara à concourir pour l'École polytechnique. Mais Chaptal l'engagea à se rendre à Paris auprès de Berthollet, pour être son préparateur de chimie. Le jeune homme partit; il avait dix-huit ans.

Les soutiens de ses débuts dans la carrière furent les savants illustres qui composaient cette célèbre *Société d'Arcueil*, dont

Digitized by Google

il devint membre à son tour, et au milieu de laquelle sont nées ou se sont développées les plus grandes découvertes de cette époque. C'étaient, avec Berthollet et Laplace, Arago, Biot, Chaptal, de Candolle, Dulong, Gay-Lussac, Humboldt, Poisson, Thénard. et Malus, c'est-à-dire les représentants les plus illustres des mathématiques, de la physique, de la chimie et des sciences naturelles. La composition de ce milieu intellectuel explique la nature des travaux de Bérard, comme physicien, comme chimiste et comme naturaliste.

Le jeune préparateur de Berthollet, par l'aménité de son caractère et la noblesse de ses sentiments, avait été admis dans l'intimité des deux familles de Berthollet et de Laplace, lesquelles, comme on le sait, n'en faisaient en quelque sorte qu'une seule, de même que les deux villas qu'ils habitaient. Là, Bérard était littéralement chez lui. Il s'y trouva, non-seulement dans un monde de savants, mais dans une société de femmes distinguées où brillaient Mme Berthollet, Mme Lagrange et la marquise de Laplace. Si l'un des bonheurs de M. Bérard a été d'aborder, jeune encore, la carrière des sciences, celui d'avoir vécu dans l'intimité d'un monde d'élite, où se rencontraient toutes les illustrations de la capitale, doit être compté comme un des plus enviables.

L'affection de Mme Berthollet se distingua entre toutes. Pour elle, Bérard était un fils, et elle saisissait toutes les occasions de le lui dire.

Mme de Laplace pensait comme son amie. Dernière survivante, en 1862, des femmes aimables et bonnes que M. Bérard avait connues à Arcueil, la marquise de Laplace a conservé pour lui jusqu'à la fin de sa vie les mêmes sentiments de touchante amitié; elle les a reportés sur tous les enfants, si dignes et si dévoués, de son vieil ami.

Lorsqu'une affreuse catastrophe eut frappé Berthollet dans ses plus chères affections de père, cet illustre et malheureux savant reporta toute sa tendresse sur celui qu'il considérait comme un autre fils. Il voulait léguer au jeune Bérard son nom, sa fortune et sa gloire. Bérard refusa, ne voulant pas renoncer au nom que son père avait si honorablement porté. Et quoi qu'on fit pour le retenir à Paris, ou pour l'y attirer de nouveau, son cœur, autant que sa modestie, lui firent préférer aux plus brillantes positions sa ville natale et l'amitié des siens.

Bérard retourna donc à Montpellier, auprès de sa famille, où il a joui de tous les bonheurs d'une brillante carrière, illustrée par un long professorat et par d'utiles travaux scientifiques.

Digitized by Google

Ses travaux les plus connus sont relatifs aux rayons chimiques et calorifiques du spectre solaire, à la maturation et au blessissement des fruits.

Bérard a contribué au développement de la méthode d'analyse élémentaire, qui a tant fait progresser la chimie organique depuis cinquante ans. Il a publié un grand nombre d'analyses, d'eaux minérales. Il a puissamment aidé aux progrès de l'éclairage par le gaz, dont la diffusion a amené la naissance de tant d'industries nouvelles. Enfin il a encore développé les perfectionnements que son père avait apportés à la fabrication de l'acide sulfurique.

Il fut, successivement ou à la fois, professeur de chimie à l'École de pharmacie en 1817 (où il remplaça mon oncle, Pierre Figuier), professeur à l'École de médecine en 1832, doyen de cette Faculté en 1846, député du département de 1837 à 1839, correspondant de l'Institut, et deux fois lauréat de l'Académie des sciences, enfin associé national de l'Académie de médecine et commandeur de la Légion d'honneur.

C'est en suivant les cours de physique et de chimie de Bérard, en travaillant avec les préparateurs de ses cours, que nous avons reçu, à la Faculté de médecine de Montpellier, nos premières notions sérieuses de chimie et de physique. L'amitié touchante dont cet excellent et digne maître ne cessa de nous honorer ne s'effacera jamais de notre cœur.

Fournet.

Victor Fournet, correspondant de l'Académie des sciences, est mort à Lyon, dans les premiers jours du mois de janvier 1869.

Né à Paris, le 15 mai 1801, Fournet suivit, de 1822 à 1823, les cours libres de l'École des mines, et fut, à sa sortie, nommé directeur d'une exploitation métallurgique dans le Bas-Rhin. De 1828 à 1833, il fut directeur des mines de Pontgibaud (Puy-de-Dôme). En 1834, on lui confia la chaire de minéralogie et de géologie à la Faculté des sciences de Lyon. Il fut nommé membre de nombreuses sociétés savantes, et officier de la Légion d'honneur en 1862.

La science et l'industrie doivent à M. Fournet de nombreux services. Il fut géologue, minéralogiste, météorologiste, hydrographe.

En géologie, il s'est distingué par une théorie nouvelle de la distribution des terrains houillers en France; il a montré, après vingt années de recherches, la continuité, en France,

Digitized by Google

en Belgique et en Angleterre, de la formation houillère. Ses vues nouvelles sur la formation des filons et des granits sont adoptées aujourd'hui, et il a fait corriger, par ses études sur les formations sédimentaires, des inexactitudes dans la carte géologique de France. Léopold de Buch a complétement adopté sa manière de voir sur le métamorphisme des roches.

En météorologie, il fut opposé à Arago pour le principe des influences locales. Ses recherches sur la pluie de terre tombée en 1846 dans le bassin du Rhône, et qu'il put suivre depuis le golfe du Mexique jusqu'à la mer Noire, lui prouvait que dans la plupart des phénomènes on doit voir de grands effets se propageant à d'énormes distances. Comme hydrographe, il a démontré l'existence du Rhône souterrain, et bien mieux, il a doté la ville de Lyon d'une abondante fourniture d'eau puisée à cette source.

En minéralogie, Fournet a porté son attention sur les transformations épigéniques qui se manifestent aux affleurements des filons, et la métallurgie lui doit d'importants perfectionnements dans le traitement des minerais de plomb. Ses études sur ce dernier sujet l'ont conduit à établir l'ordre précis de sulfurabilité des métaux que les métallurgistes allemands désignent sous le nom de *loi de Fournet.*

Disons enfin que toutes ces recherches, tous ces travaux, étaient entièrement entrepris aux frais seuls de Fournet, sans subvention, ni mission d'aucun gouvernement.

Ses travaux sont épars dans divers recueils scientifiques. Il se proposait de les réunir dans trois grands ouvrages dont les titres devaient être : 1° *Perfectionnement de la théorie houillère, extension des terrains houillers en France;* 2° *Perfectionnement de la théorie des gîtes métallifères;* 3° *Géographie physique du bassin du Rhône composée de trois parties : Orographie, Hydrographie et Météorologie.*

Grisolle.

Grisolle (Augustin), médecin français, né à Fréjus, le 10 février 1811, est décédé à Paris, dans sa cinquante-huitième année, au mois de février 1869.

Il fit à Paris ses études médicales. En 1831, à peine âgé de vingt ans, il était nommé interne des hôpitaux. Ce premier succès devint le prélude d'une carrière où d'autres succès allaient se suivre rapidement. Il obtint, en 1833, l'un des premiers prix de l'École pratique, qui lui valut d être admis gratuitement au doctorat en 1835. Reçu agrégé de la Faculté la même année,

Digitized by Google

il ne tarda pas à être nommé chef de clinique de l'Hôtel-Dieu, puis médecin du bureau central des hôpitaux, professeur de thérapeutique et de matière médicale 1853). L'Académie de médecine distingua de bonne heure le lauréat de tant de concours, et lui accorda, en 1842, un prix pour son *Traité de la pneumonie*. En 1849, elle le nomma membre titulaire dans la section de pathologie médicale; enfin en 1864 elle lui conféra les honneurs de la présidence.

Les travaux de Grisolle sont marqués d'un cachet d'observation sûre et précise. On a de lui : *Essai sur la colique de plomb: — Traité pratique de la pneumonie dans les différents âges et dans ses rapports avec les autres maladies; — Traité élémentaire et pratique de pathologie interne;* etc.

Grisolle avait occupé d'abord, dans l'enseignement officiel, la chaire de thérapeutique; il s'empressa d'aborder, dès que cela lui fut possible, l'enseignement clinique. C'était sa véritable voie. Il fut sans doute heureux le jour où il entra comme professeur, dans cette grande salle de l'Hôtel-Dieu, où jeune il avait suivi le maître vénéré dont il fut le plus chef disciple, le jour où il lui fut donné de renouer les traditions, un peu effacées, de Chomel. Il réalisait, à son tour, un type accompli du professeur de clinique. Sa physionomie grave et sérieuse, qu'un sourire ironique déridait par moments; sa taille imposante, ses allures un peu impérieuses, tout en lui dénotait et commandait l'autorité.

Grisolle jouissait pleinement de cette haute influence que de longs et importants travaux lui valaient. Hélas! ce bonheur devait durer bien peu! La maladie brisa avant l'heure une existence si bien conduite, et qui semblait promettre un avenir plus fécond encore que le passé.

Nicklès.

J. Nicklès, chimiste français, né à Ernstein (Bas-Rhin), en 1820, est mort à Nancy, le 3 avril 1869.

Depuis l'année 1845 Nicklès publiait des travaux dans différents journaux scientifiques, notamment dans l'ancienne *Revue scientifique*, où il débuta, et dans le *Moniteur scientifique*.

Il concourut avec distinction, lors de la fondation de l'*École d'agriculture pratique* qui fut formée à Versailles après 1848. C'est à ce concours qu'il dut être nommé plus tard professeur à la Faculté des sciences de Nancy, en remplacement de Braconnot, malgré l'opposition de ceux qui voyaient dans le libéralisme de ses idées un obstacle à son avancement.

Digitized by Google

Nicklès a publié un *Manuel de physique et de chimie*. Ses recherches sur l'adhérence des aimants ont été appliquées sur les chemins de fer à titre d'essai, pour diminuer le poids des locomotives, et augmenter leur adhérence sur les rails. En chimie, il a touché à toute sorte de questions.

C'est au moment où il se considérait comme heureux, que la mort a interrompu, d'une manière aussi brusque que cruelle, ce bonheur, si tard venu.

Issu d'une modeste et honorable famille du Bas-Rhin, dont il était le dixième enfant, Nicklès n'avait eu d'autres ressources qu'une instruction à peine ébauchée, la droiture de son caractère et l'énergie de sa volonté. Que de privations, de souffrances, et d'insomnies il dut stoïquement, supporter pour pouvoir aller à Giessen et à Paris recueillir les leçons de MM. Liebig et Dumas. Devenu professeur à son tour, bien que sa santé fut déjà altérée il se prodigua en travaux. Recherches de laboratoire, enseignement à la Faculté, cours spéciaux pour les ouvriers de Nancy, publications diverses, revue des travaux des chimistes de l'Allemagne, il menait de front toutes ces occupations, auxquelles il joignait de remarquables conférences qui réunissaient autour de sa chaire une foule attentive, charmée par cette conviction ardente qui animait sa voix, et communiquait à son auditoire la passion dont il était pénétré.

Telle fut sa vie pendant quatorze années de possession de cette chaire qu'il avait tant désirée, si chèrement acquise, et où il se flattait d'enseigner longtemps encore. Mais, épuisé par les excès de son activité et il a succombé à quarante-huit ans, avant d'avoir pu réaliser les premiers éléments d'un patrimoine pour ses jeunes enfants.

Vie de sacrifices et de labeurs, recherches, publications scientifiques importantes, quatorze années d'enseignement remarquable dans une de nos plus grandes Facultés, estime et affection de tous ceux qui l'ont connu, dévouement infatigable à la cause des savants malheureux, voilà les titres de Nicklès à la reconnaissance publique. Où est la récompense de tant de mérites? Il n'a pas même pu laisser à sa veuve des droits à une modeste pension de retraite!

Il y a dans la mort de Nicklès quelque chose de si soudain qu'on a peine à y croire. Le 30 mars, il se rendait à Paris pour assister au Congrès des sociétés savantes; le 31, il remettait au Dr Quesneville la copie d'un travail pour le *Moniteur scientifique;* le lendemain, il retournait à Nancy, en proie aux atteintes d'un mal subit, et le 5 avril on procédait à ses funérailles!

Digitized by Google

On pense que les émanations du fluor, ce corps simple si dangereux à manier, que Nicklès étudiait depuis quelques années dans son laboratoire, ont été pour beaucoup dans la maladie rapide qui l'a enlevé.

Boullay.

L'un des doyens de la pharmacie française, Pierre-François-Guillaume Boullay, né à Caen en 1777, est mort à Paris en 1869. Dès l'année 1799, il avait fondé à Paris, près de la porte Saint-Denis, une pharmacie qui fut une des plus accréditées. Docteur ès sciences en 1818, il fut nommé membre de l'Académie de médecine en 1820. Ses travaux sur les éthers, sa découverte de la *picrotoxine*, qu'il trouva dans la coque du Levant, sa création du procédé de laboratoire dit *méthode de déplacement*, l'avaient placé à un rang distingué comme chimiste. Il fut l'un des fondateurs et l'un des rédacteurs les plus actifs du *Journal de pharmacie*.

Robinet.

Stéphane Robinet, ancien président de l'Académie de médecine, est mort à Paris, le 2 décembre 1869.

Robinet se fit connaître par des recherches dans le domaine de la chimie, qu'il avait étudiée sous Vauquelin et dans le laboratoire de Pelletier. En 1830, il combattait pour la liberté et gagnait la croix de Juillet. Plus tard, il consacrait son activité à propager la production de la soie dans les régions de la France où cette industrie était à peine connue. Admis successivement à l'Académie de médecine, à la Société centrale d'agriculture, il s'y est distingué par un concours laborieux et éclairé.

Dans les dernières années de sa vie, Robinet s'était pris de passion pour l'hydrographie. Il avait entrepris l'analyse de l'eau de tous les fleuves, de toutes les rivières, de toutes les sources de la France ; il donnait tous ses soins à la rédaction d'un *Dictionnaire des eaux*, que la mort est venu interrompre.

Sculpteur habile, Robinet a reproduit les traits de Vauquelin, son maître, de Mathieu de Dombasle, célèbre agronome, et l'Académie de médecine lui doit un médaillon précieux de Capuron.

Lefébure de Fourcy.

Lefébure de Fourcy (Louis-Étienne), mathématicien français, né à Saint-Domingue, le 26 août 1785, est mort le 12 mars 1869.

Digitized by Google

Admis à l'École polytechnique en 1803, il fit, à sa sortie, partie de l'artillerie. Mais bientôt il donna sa démission, et après avoir parcouru les divers grades du corps des ingénieurs des mines, il se voua à l'instruction. Il fut nommé examinateur d'admission à l'École polytechnique, professeur à la Faculté des sciences pour les cours de calcul différentiel et intégral.

M. Lefébure de Fourcy a fait passer des examens à deux ou trois générations d'élèves. Il était la terreur des candidats.

On a de lui : *Leçons d'algèbre*, *Leçons de géométrie analytique*, *Traité de géométrie descriptive*, *Éléments de trigonométrie*, et autres livres qui ont été très-longtemps classiques, mais qui, maintenant, ont été complétement remplacés par de plus nouveaux.

Rivot.

Louis-Édouard Rivot, inspecteur général, directeur de l'École des mines, est mort le 25 février 1869.

Né le 12 octobre 1820, il entra à l'École polytechnique en 1840. Suppléant par sa puissance d'attention à la dureté d'ouïe dont il était atteint dès cette époque, il se plaça à la tête de sa promotion, sortit le premier de l'École polytechnique en 1842, pour entrer à l'École des mines, qu'il n'a plus quittée depuis. Dès 1845, il fut chargé d'y professer le cours préparatoire de chimie générale, fut nommé ingénieur en 1848, et professeur de docimasie en 1852.

Des mémoires relatifs à la métallurgie, à la géologie, à l'analyse chimique, et publiés, soit dans les *Annales des mines*, soit dans les *Annales de physique et de chimie*, constituent les travaux de Rivot. Ajoutons un *Traité complet de docimasie*, et deux volumes sur la métallurgie du cuivre, du plomb et de l'argent.

La mort a interrompu la rédaction d'un important mémoire sur un nouveau mode de traitement des minerais d'or et d'argent d'Amérique. Il était arrivé à créer une méthode complète d'extraction de l'argent, dont le point de départ est l'emploi de la vapeur d'eau. Des essais en grand, tentés en Californie, avaient pleinement réussi. C'est au moment où Rivot s'occupait de perfectionner son procédé pour le traitement des minerais pauvres que la mort l'enleva.

Kirschleger.

Kirschleger, l'un des plus célèbres professeurs de la Faculté de Strasbourg, est mort dans cette ville, le 15 novembre 1869.

Digitized by Google

Kirschleger représentait au plus haut degré, à Strasbourg, l'élément local, le génie alsacien. Il connaissait à fond la faune, la flore et la géologie des bords du Rhin.

A l'élément scientifique Kirschleger réunissait un élément littéraire, empreint de sa personnalité. Il a écrit en allemand, et dans un style qui n'appartenait qu'à lui, de nombreux articles dans le *Sonntag-blatt* de Otte et dans d'autres recueils populaires. Le pseudonyme qui couvrait son nom était connu de l'Alsace entière, et a joui, de 1840 à 1850, d'une grande et légitime popularité. Ajoutons que le *Courrier du Bas-Rhin* a compté pendant de fort longues années (1840-1862) Kirschleger au nombre de ses collaborateurs les plus assidus.

Frédéric Kirschleger était né le 6 janvier 1804, à Munster (Haut-Rhin).

En 1817, ses parents le mirent en pension chez M. Redslob, professeur au séminaire protestant de cette ville. Il montra de bonne heure du goût pour la pharmacie, dont il fait l'apprentissage chez M. Suffert, à Ribeauvillé. Il travailla pendant quelque temps sous la direction de M. Nestler, professeur de botanique et pharmacien en chef des hospices civils. A la fin de l'année 1827 il se rendit à Paris, et il y soutint, en 1828, sa thèse de docteur en médecine. Il rentra dans sa ville natale, pour y exercer la médecine.

En 1834 il s'établit à Strasbourg, et fut nommé, lors de la réorganisation de l'École de pharmacie, professeur à cette école. En 1845 il fut nommé agrégé à la Faculté de médecine.

Le premier travail botanique de Kirschleger est une énumération des plantes d'Alsace, dans la *Statistique* publiée par la Société industrielle de Mulhouse. Peu de temps après, en 1836, il publiait un *Prodrome de la Flore d'Alsace.*

Profitant des renseignements qu'il avait recueillis dans ses nombreuses excursions, il commença en 1852 la publication de sa *Flore d'Alsace et des contrées limitrophes,* dont le second volume parut en 1857. Un troisième volume, comprenant la géographie botanique des régions rhénano-vosgiennes, le Guide du botaniste dans ces mêmes régions, un dictionnaire de botanique, et enfin des additions nombreuses à la Flore d'Alsace, parut en 1862.

Depuis lors il publiait annuellement les Annales de la *Société philomathique vogéso-rhénane*, qu'il avait créée pour réunir en un faisceau les botanistes alsaciens.

La *Flore d'Alsace,* l'ouvrage principal de Kirschleger, est un livre plein d'aperçus ingénieux. La synonymie en est fort

Digitized by Google

soignée et la critique judicieuse. Il est facile de voir, en lisant les descriptions des plantes, que l'auteur les a tenues toutes en main. Personne avant lui n'avait aussi bien connu la végétation alsacienne. Il avait dans la tête la géographie botanique de cette riche contrée, et savait en trouver toutes les raretés.

Cailliaud.

Frédéric Cailliaud, né à Nantes, le 17 mars 1787, fut un voyageur intrépide, qui parcourut particulièrement l'Égypte. Après avoir, étant enfant, appris seul les éléments de la minéralogie, après avoir étudié les sciences naturelles à Paris, il se mit à voyager, poussé par la passion de connaître.

De 1813 à 1815, il visita l'Orient, achetant ou vendant des pierres fines et faisant des collections de minéraux. En 1815, il partit pour l'Égypte, où il fit différentes découvertes; entre autres, celle d'un ancien temple égyptien et d'une mine d'émeraude, qu'il reconnut être les fameuses mines du mont Labarah. Il rapporta en France, en 1819, une belle collection d'antiquités, de minéraux, de plans, d'inscriptions et de monuments inconnus aux voyageurs.

Il retourna plus tard en Égypte, avec une mission du gouvernement français, visita l'oasis de Falafré qui lui offrit des ruines précieuses et des documents nouveaux pour l'histoire de l'antiquité égyptienne.

M. Jomard a publié, d'après les matériaux rassemblés par M. Cailliaud, deux ouvrages, qui parurent successivement après chacun des deux voyages de M. Cailliaud. Ce sont : *Voyage à l'oasis de Thèbes et dans les déserts situés à l'orient et à l'occident de la Thébaïde, fait pendant les années* 1815 *à* 1818, et *Voyage à l'oasis de Syouah de* 1819 *à* 1820. M. Cailliaud publia lui-même, après son second voyage : *Voyage à Méroë, au fleuve Blanc, au delà de Fazoyl, dans le midi du royaume de Sennar, à Syouach, et dans cinq autres oasis, de* 1819 *à* 1822.

Jamais tant de précieux documents n'avaient été recueillis en si peu de temps.

Décoré de la Légion d'honneur en 1824, M. Cailliaud accepta les fonctions de conservateur du musée de Nantes, sa ville natale. Il devint membre de plusieurs sociétés savantes, notamment de la Société de Géographie. Il publia dans sa retraite : *Recherches sur les arts et métiers, les usages de la vie civile et domestique des anciens peuples de l'Égypte, de la Nubie et de l'Éthiopie, suivis de détails sur les mœurs et costumes des peuples*

Digitized by Google

modernes des mêmes contrées (1831-1837), et un *Mémoire sur les mollusques perforants.*

M. Frédéric Cailliaud est mort à Nantes le 1er mai 1869, à l'âge de quatre-vingt-deux ans.

Athanase Dupré.

Athanase Dupré, doyen de la Faculté des sciences de Rennes, né le 28 décembre 1808, à Cerisiers près Joigny (département de l'Yonne), est mort à Rennes, le 10 août 1869.

Entré en 1826 à l'École normale supérieure, il fut envoyé au lycée de Rennes, et depuis il ne quitta plus cette ville.

Athanase Dupré fut professeur au lycée de Rennes pendant 18 ans. Il y fut successivement chargé du cours de mathématiques élémentaires et du cours de physique.

En 1847, il fut appelé à occuper, à la Faculté des sciences, la chaire de mathématiques. Il devint, en 1866, le doyen de cette Faculté, après que M. Malaguti eut été appelé à Lille.

Dupré ne se borna pas à remplir avec distinction ses fonctions de professeur; on le vit publier un nombre considérable de mémoires sur des sujets scientifiques les plus variés.

Ses travaux peuvent se diviser en deux séries : l'une commence en l'année 1828, alors qu'il était encore à l'École normale, et se termine en 1860; elle comprend les matières les plus différentes, et l'auteur y fait preuve d'un éclectisme malheureusement rare parmi les savants, en s'y occupant successivement de mathématiques pures, de mathématiques appliquées, de physique et de chimie.

A cette série se rattache un très-beau mémoire sur la *théorie des nombres*, sujet qu'on aborde rarement avec succès, et sur lequel Dupré s'exerça d'une façon si ditinguée, que son travail doit être placé à côté des plus belles productions de Legendre et de Gauss sur le même sujet. Ce travail valut à Dupré une mention honorable avec la moitié de la valeur du prix de l'Académie des sciences.

A partir de l'année 1860, Dupré ne s'occupa plus que d'un seul sujet : la théorie mécanique de la chaleur.

Cette théorie célèbre, qui domine aujourd'hui toute la physique, a pris naissance en Allemagne; elle a été ensuite cultivée par des savants anglais et français. Dupré a voué à ce travail les dernières années de sa vie.

Les études de Dupré sur la théorie mécanique de la chaleur n'ont pas donné lieu de sa part à moins de 39 communications

Digitized by Google

à l'Académie des sciences. Elles ont fait l'objet de 10 articles étendus, publiés dans les *Annales de chimie et de physique*, et elles ont été résumées enfin dans un volume récemment paru, et qui restera comme l'œuvre la plus considérable du doyen de la Faculté des sciences de Rennes.

Dans ce livre, Dupré expose d'abord les principes de la théorie mécanique de la chaleur et il en fait l'application aux différents corps de la nature. Il dépasse en certains points, de beaucoup, ceux qui s'étaient avant lui occupés du même sujet.

Il partage avec MM. Clausius, Zenner, Raukine et Combes l'honneur d'avoir fondé la théorie mécanique de la chaleur.

Darondeau.

Ingénieur hydrographe de première classe, ingénieur en chef du dépôt des cartes et plans de la marine, qu'il a grandement enrichi, membre du bureau des longitudes, plusieurs fois candidat à l'Académie des sciences, Darondeau est mort en 1869, à l'âge de soixante-quatre ans. La part qu'il avait prise, comme hydrographe et physicien, à la campagne de circumnavigation de *la Bonite*, fut son premier titre de gloire. Travailleur infatigable, il a rédigé un grand nombre d'instructions et de cartes nautiques, et fait une étude spéciale de la perturbation des boussoles à bord des navires en fer.

Alphonse Oudry.

Alphonse Oudry, le constructeur des ponts de l'Hôtel-de-Ville de Paris, de Brest, de Rome, l'auteur de tant d'études et d'expériences sur les ponts suspendus inébranlables en câbles de fils d'acier, l'auteur des projets gigantesques qui devaient unir l'Italie à la Sicile, l'Angleterre à la France par-dessus les mers, est mort à Naples, le 5 février 1869, dans sa quarante-neuvième année. Doué d'un esprit éminemment actif et d'une énergie incomparable, il avait réalisé rapidement une brillante fortune, et venait de se construire, sur le quai de Billy, une très-belle habitation, qui devait abriter ses loisirs au milieu des chefs-d'œuvre de l'art qu'il avait rapportés d'Italie. Une nouvelle entreprise lui avait été proposée, et elle lui avait souri. Il s'était rendu à Naples pour l'organiser, mais une attaque d'apoplexie l'a conduit en quelques jours au tombeau.

Digitized by Google

Blatin.

Blatin (Henry-Oradoux), docteur en médecine, né en 1806, à Clermont-Ferrand, est mort à Paris, en 1869.

Fondateur et vice-président de la Société protectrice de l'enfance, de la Société protectrice des animaux, président de l'association française contre l'abus du tabac, etc., etc., le docteur Blatin a eu une vie bien remplie. Incessamment actif, il était toujours à la recherche de quelque découverte utile. Sans jamais prendre de brevets, il a livré à l'industrie de nombreux procédés et d'ingénieux instruments de médecine.

L'art médical lui doit : *Traité des maladies des femmes; Instructions pratiques sur le choléra-morbus; Mémoire sur les maladies scrofuleuses; Les polypes utérins; Leçons orales de Broussais sur la phrénologie; de la Rage chez les chiens et des mesures préservatrices; Usage alimentaire de la viande de cheval; Nos cruautés envers les animaux au détriment de l'hygiène; de la Fortune publique et de la morale; les Courses de taureaux en Espagne et en France.*

Graham.

Thomas Graham, chimiste, correspondant de l'Académie des sciences, directeur de la Monnaie de Londres, né à Glasgow, le 20 décembre 1805, est mort au mois de septembre 1869.

Graham était l'un des hommes qui ont le plus contribué à maintenir élevé le niveau de la science en Angleterre. Ses découvertes ont excité l'intérêt de tous les savants européens.

Le jeune Graham, dont le père était un marchand de Glasgow, suivit les cours de l'École de grammaire, puis ceux de l'Université, et il termina son éducation à Édimbourg.

De retour dans sa ville natale, il se distingua rapidement dans la chimie pratique, et fut bientôt nommé professeur à la célèbre institution Anderson.

C'est en 1837 qu'il arriva à Londres, nommé professeur de chimie au collége de l'Université, et c'est en 1855 qu'il succéda à sir John Herschell, comme maître de la Monnaie, poste illustré par Newton.

Dès lors il appliqua aux devoirs de sa charge ses connaissances variées, sans cesser de se consacrer aux recherches originales qui ont fait faire un si grand progrès à la chimie.

Graham n'était pas un chimiste renfermé dans sa spécialité; ses études embrassaient le champ complet de la science, cet

Digitized by Google

ensemble de vues qu'on désigne de l'autre côté du détroit sous le nom de *Philosophie naturelle*. Touchant à la fois aux domaines de la mécanique, de la physique, de la physiologie et de la chimie, mais subordonnés au service de cette dernière science, ses travaux, qui n'ont jamais rien reçu du hasard et qui ont tout obtenu de l'emploi d'une logique serrée, rappelaient son origine et tenaient du philosophe écossais. Ils avaient placé Thomas Graham au premier rang parmi les chimistes anglais.

Voici les travaux et les découvertes qui ont assuré à Graham une renommée durable : Recherches sur les acides du phosphore et de l'arsenic, qui ont ouvert une voie féconde dans laquelle la chimie a fait de rapides progrès ; — Lois de la diffusion des gaz, qui obtinrent le prix de Keith à la Société royale d'Édimbourg en 1834 ; — Lois de diffusion des liquides et *dyalise*, qui lui valurent, avec un travail sur la constitution des phosphates, la médaille de Copley à la Société royale, en 1862 ; — Expériences sur le mouvement des gaz, leur passage à travers les corps perméables et leur condensation par les corps poreux ; — enfin, tout dernièrement, Découverte d'un nouveau métal, l'*hydrogenium*, dont il est parlé dans le présent volume. Tous ces travaux portent la même empreinte, celle d'une patience inaltérable dans les expériences, d'une longue suite dans les idées, et d'une hauteur de vues peu commune.

Graham a publié les *Elements of Chemistry* qui sont classiques, non-seulement en Angleterre, mais encore en Allemagne.

En 1848, l'Académie des sciences de France l'avait élu comme membre correspondant.

Catullo.

Antoine Catullo, professeur d'histoire naturelle à l'Université de Padoue, est mort à Padoue à l'âge de quatre-vingt-sept ans.

Thomas-Antoine Catullo naquit à Belluno (dans la Vénétie) le 9 juillet 1782. Comme sa famille était pauvre, il fut obligé d'apprendre le métier de tailleur. Il employait à l'étude les heures que son travail lui laissait libres. Un savant de la ville ayant remarqué les belles dispositions du jeune Catullo, se chargea de lui enseigner les lettres et la philosophie. En 1806 il alla étudier la médecine à Padoue. A peine y avait-il fini ses études, et avant même qu'il reçût le diplôme de docteur, Catullo fut nommé, en 1811, professeur de chimie et d'histoire naturelle au lycée de sa ville natale. Cette chaire, ayant été supprimée en 1815, il alla professer l'agriculture et l'histoire naturelle

Digitized by Google

dans le lycée de Vérone, où il resta jusqu'en 1822. A sa demande, Catullo fut nommé professeur au lycée de Vicence, chaire qu'il occupa jusqu'à 1829. A cette époque, le gouvernement autrichien le nomma suppléant du professeur Renier à l'Université de Padoue. Au bout de quatre ans de suppléance, Catullo fut nommé, par rescrit souverain, titulaire de cette chaire, qu'il occupa jusqu'en 1851, époque à laquelle il demanda et obtint sa retraite pour raison d'âge.

Pendant son enseignement universitaire, Catullo composa pour les étudiants, des manuels de minéralogie, d'histoire naturelle, des éléments de minéralogie appliqués à la médecine et à la pharmacie; un traité sur les terrains d'alluvion et sur les terrains postdiluviens de Venise.

Bonucci.

François Bonucci, professeur à l'Université de Pérouse, est mort dans cette ville, le 14 mars 1869. La philosophie et la médecine se sont partagé ses travaux. On lui doit un *Abrégé de physiologie* (*Sommario di fisiologia*), publié en 1859, ainsi qu'un *Traité sur la médecine légale de l'aliénation mentale*, qui a été jugé avec grande faveur par M. Brière de Boismont, dans les *Annales médico-psychologique* de 1863. On doit encore au même savant des *Principes d'anthropologie* (*Principi di antropologia, o di fisiologia morale dell' uomo*).

Broeckx.

Broeckx (Corneille), médecin en chef de l'hôpital militaire de Sainte-Élisabeth d'Anvers, membre titulaire de l'Académie royale de médecine de Belgique, fondateur de la Société de médecine d'Anvers, etc., est mort dans cette ville, le 3 novembre 1869, à l'âge de 63 ans.

Corneille Broeckx est auteur d'une histoire de la médecine belge. Il laisse inachevés de nombreux travaux manuscrits.

FIN.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES.

ASTRONOMIE.

L'éclipse totale du 7 août observée aux États-Unis..... 1

Les comètes..... 6

Les petites planètes..... 7

Passage de Mercure sur le Soleil, le 5 novembre 1868. Observations faites à Paris et à Pékin..... 8

Les bolides en 1869..... 9

Chute d'aérolithes en Suède..... 21

Les étoiles filantes d'août et de novembre..... 22

Sur une atmosphère incandescente qui entoure la photosphère solaire..... 26

Présence de la vapeur d'eau dans le voisinage des taches solaires. Étude spectrale de quelques astres..... 27

La chaleur de la lune et des étoiles..... 30

Le télescope de Grubb et les photographies de la lune..... 33

Un nouvel Observatoire à Paris.....

Un observatoire sur le Puy-de-Dôme.....

Une conspiration contre le système métrique français. — L'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg et la *Conférence géodésique* de Berlin attaquant les bases scientifiques de ce système. — Sa défense à l'Académie des sciences de Paris. — Résultat et conclusion. — Victoire du système métrique..... 38

Dénoûment de l'affaire Pascal-Newton à l'Académie des sciences. 58

MÉCANIQUE.

Le système de locomotive-mixte de M. Alfredo Cottrau..... 63

Expérience faite au chemin de fer d'Orléans sur le renversement

Digitized by Google

de la vapeur pour diminuer la vitesse des trains aux descentes rapides..... 71
Nouvel injecteur pour les chaudières à vapeur ou autres..... 72
La machine-soleil, ses résultats; son état actuel, son avenir..... 74
Le téléiconographe..... 79
De la Bastille à la Madeleine pour un sou..... 81
Moteur aéro-hydraulique de M. Victor Coine..... 85
Nouveau système de pompes portatives du docteur Haro..... 87
Nouveau système de pompe aspirante..... 88
Emploi de l'huile de pétrole pour le chauffage des locomotives... 89
Le grand ballon captif de Londres..... 92
L'ascension du Pôle-Nord..... 94

PHYSIQUE.

Le câble transatlantique français..... 96
Système de télégraphie transatlantique de M. Varley..... 117
Projet d'un nouveau câble télégraphique entre le continent européen et l'Amérique..... 120
Les stations télégraphiques sur les navires..... 121
Pantélégraphe Meyer..... 122
Télégraphe imprimeur de M. Rémond..... 124
Le télégraphe électrique appliqué au service des armées. — Description des appareils et des manœuvres de la télégraphie militaire. — Expériences faites au camp de Châlons en 1868..... 125
Progrès de la télégraphie française..... 142
Pile télégraphique de M. Devos..... 143
Pile électrique de M. Ney..... 144
Pile secondaire de M. Gaston Planté..... 145
Vitesse de l'électricité..... 147
Machine électrique de M. Carré..... 147
Autre perfectionnement de la machine de M. Holtz..... 149
Un nouveau pyromètre..... 149
Planchette photographique de M. A. Chevalier, construite par M. Duboscq..... 153
La perméabilité des métaux par les gaz..... 157
Perfectionnement apporté aux observations thermométriques, par M. Hervé-Mangon..... 160

Digitized by Google

Action de la lumière solaire sur le verre..... 162
Le béryl proposé pour confectionner les étalons du mètre..... 163

METEOROLOGIE.

Les aurores boréales en 1869..... 164
Paris dans le ciel..... 176
Mirage extraordinaire observé à Folkestone le 13 avril..... 177
Les orages foudroyants en 1869... 178
La couleur du ciel et la polarisation de l'atmosphère..... 184
Le sirocco à Naples..... 191
Présence de l'eau oxygénée dans l'atmosphère..... 192
Le bourdonnement électrique des montagnes 193
Modification du climat de l'isthme de Suez par l'arrivée des eaux de la mer..... 195
Phosphorescence de la mer..... .. 198
Spectre solaire sur le lac de Genève.. 204

CHIMIE.

Un nouveau métal, le *jargonium* 206
L'*hydrogenium*, ou l'hydrogène reconnu comme métal..... 207
Condensation de l'hydrogène par le nickel..... 211
Nouveau mode de préparation de l'aluminium..... 212
Solubilité du soufre dans les huiles de houille..... 213
Éclairage oxy-hydrique de la cour des Tuileries.. 215
Production des dépôts de fer galvanique..... 216
Nouveau procédé pour la fabrication de la fonte et de l'acier, par M. Ponsard..... 218
Propriété du bronze des Chinois d'être malléable à chaud..... 219
La reproduction des couleurs en photographie..... 221
Les photographies sur émail..... 223
Woodburytypie, ou impression photographique en relief..... 226
De l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques..... 228
Le nouveau procédé de M. Margueritte pour l'extraction du sucre 231
Un nouvel alcaloïde de l'opium..... 233
De l'ancienneté des manuscrits déterminée par l'âge des encres.. 234

Digitized by Google

Traitement du papier et des tissus pour en faire des feuilles ou plaques imperméables..... 237
Les essences renfermées dans les huiles de pétrole..... 238
Les feux liquides : le feu *fénian* et le feu *lorrain*..... 239
La catastrophe de la place Sorbonne..... 241
Recherches de M. Abel, directeur de l'arsenal de Woolwich, sur les matières fulminantes. — Observations de M. Sainte-Claire Deville sur les propriétés explosibles du chlorure d'azote..... 257
Nouvelle poudre de guerre..... 259

ART DES CONSTRUCTIONS.

Le canal maritime de Suez..... 263
Le percement du mont Cenis. — Système mécanique employé pour l'exécution du tunnel. — État actuel des travaux..... 281
La Palestine de l'avenir ou le Ghor maritime et la canalisation de l'Arabah..... 292
Le projet de tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre... 296
Un second tunnel sous la Tamise..... 302
Paris port de mer, études de MM. Aristide Dumont et Louis Richard sur le projet d'un canal maritime de Paris à Dieppe..... 303
Le réservoir et le barrage de Furens, travaux de M. Grœff..... 315
Le canal Saint-Louis..... 318
Pont-viaduc sur le Niagara..... 319
Le chemin de fer du Pacifique..... 320

MARINE ET VOYAGES.

Navires de mer à tourelles..... 322
Les monitors brésiliens..... 326
L'artillerie de mer des grandes puissances..... 328
Tampon pour boucher les trous faits par les projectiles..... 329
L'éclairage électrique appliqué aux navires..... 330
Un nouvel appareil de sauvetage..... 333
Sonnerie à air pour la transmission des ordres dans la marine... 334
Postes électriques flottants..... 335
Logs à boussole..... 335
Voyage rapide autour du monde..... 337

Digitized by Google

Découverte d'une nouvelle terre dans l'Océan arctique..... 338
Exploration orographique des contrées mexicaines (Californie et Mexique) de 1864 à 1867..... 340
Voyage de M. Mac Gregor aux sources du Jourdain..... 344
Voyage dans la partie tropicale des deux Amériques..... 345

HISTOIRE NATURELLE.

Les tremblements de terre en 1869..... 351
État actuel du volcan de Santorin..... 357
L'éruption de l'Etna..... 357
Géologie du désert d'Afrique..... 359
Expériences sur la température des houillères..... 361
Élévation des côtes..... 364
Le squelette du mammouth du musée de Bruxelles..... 366
La grotte des Morts..... 368
Ossements humains fossiles des environs de Paris..... 370
Essai d'une classification des cavernes et des stations sous abri, fondée sur les produits de l'industrie humaine..... 371
Découverte de silex taillés dans le sud de l'Algérie..... 373
Bâtons de commandement trouvés dans la caverne de Goyet (province de Namur)..... 374
Formation de la houille..... 375
Embrasement de la mer Caspienne..... 376
La pêche du corail..... 377
Découvertes faites par M. Grandidier à l'île de Madagascar..... 380
Le chimpanzé du Jardin d'acclimatation..... 381
Essai d'acclimatation du renne dans les Alpes..... 383
Multiplication des colins de Californie..... 384
L'ostréiculture à Arcachon, Hayling et Trieste..... 386
Naturalisation du saumon du Rhin dans le lac de Genève..... 390
Du transport des poissons vivants..... 392
Éducation des vers à soie en plein air..... 399
La croissance du tronc des arbres..... 400
Le *Chamærops excelsa*..... 402
La coca..... 405

Digitized by Google

HYGIÈNE PUBLIQUE.

Suppression de la mesure qui exige le transport des nouveau-nés dans les mairies pour la constatation des naissances..... 412

Décroissance de la population française et diminution de la population dans les pays agricoles. — Augmentation du nombre des enfants naturels à Paris.—Élévation du chiffre de la vie moyenne..... 412

Études sur la population parisienne..... 416

Découverte d'un antidote du phosphore. — Observations de M. le docteur Andant. — Expérience de M. Personne. — Comment agit l'antidote du phosphore..... 419

Action toxique de l'acide pyrogallique..... 429

Les enveloppes de lettres et les pains à cacheter vénéneux..... 431

Un empoisonnement par des bas rouges; la coralline et ses dangers comme matière tinctoriale..... 433

Sur l'insalubrité des poêles de fonte. — Expériences faites par M. le général Morin au Conservatoire des Arts et Métiers. — Altération chimique de l'air par l'action des poêles de fonte. — Moyen de prévenir ce danger..... 441

Observations sur les dangers des poêles en fonte..... 449

La liqueur d'absinthe et ses effets. — Son influence toxique prouvée par des expériences sur des animaux..... 453

De la préparation des jouets d'enfants à l'aide de substances toxiques..... 455

Emploi du sodium contre les effets délétères du mercure..... 462

Le cidre traité par le sulfate de chaux..... 462

PHYSIOLOGIE ET MÉDECINE.

Instruments servant à mesurer la vitesse des perceptions et de la pensée..... 464

Effets physiologiques de l'ascension sur les montagnes..... 466

Expériences faites par M. Robin sur les décapités..... 469

Le pouls tâté par voie télégraphique..... 471

La commission sanitaire internationale et le choléra indien. Résultats des mesures d'hygiène et d'assainissement prises dans les vallées de la Mecque..... 472

La peste en Mésopotamie..... 476

Digitized by Google

La métallothérapie, ou le cuivre préservatif du choléra. Résultats nouveaux..... 477
Les tentes et les baraques pour le traitement des blessés..... 481
Découverte d'un nouvel agent d'insensibilité. — Le chloral et ses effets..... 486
Trois anesthésiques nouveaux..... 492
L'épilepsie et le bromure de potassium. Observations de M. Legrand du Saulle..... 493
Traitement de l'asphyxie par le charbon à l'aide des inhalations d'oxygène..... 495
Emploi de l'électricité contre les accidents produits par les inhalations d'éther et de chloroforme..... 498
De l'emploi thérapeutique de la fumée d'opium contre les affections des voies respiratoires..... 499
Nouveau procédé pratique de la transfusion du sang..... 501
Les hospices d'ivrognes aux États-Unis..... 503
Le crime de Troppmann et la santé publique..... 504

AGRICULTURE.

Utilisation et épuration des eaux d'égouts..... 506
Production artificielle de la terre arable..... 513
Le soufrage des fruits malades..... 516
Les nouvelles maladies de la vigne..... 517
Ce que devient le soufre employé au soufrage de la vigne..... 521
L'essoreuse remplaçant le pressoir dans l'industrie agricole..... 522
Résultats de la méthode du chauffage des vins..... 524
Les cressonnières de M. Billet..... 525
Les vers à soie du chêne..... 527
Préparation d'un pain de bonne qualité avec la farine de seigle et des plantes légumineuses..... 529
Des usages du bambou en Chine..... 530
Le coton bubuy..... 534

ARTS INDUSTRIELS.

L'encre nouvelle de M. Mathieu Plessy..... 535
Machine imprimant simultanément plusieurs couleurs..... 537

Digitized by Google

Photocrayons..... 538
Zootrope perfectionné..... 539
Procédé pour la conservation des carènes de navires en fer..... 540
Fabrication d'acier Bessemer au tungstène..... 541
Appareil de sûreté pour les puits de mine..... 543
Nouvelle lampe de sûreté..... 544
Utilisation des laitiers des hauts fourneaux..... 545
Nouveau procédé pour la conservation des viandes au moyen de l'air froid..... 547
Conservation des viandes au moyen de la glycérine..... 550
Exploitation industrielle des hannetons..... 550
Les vins marinés, expérience et expertise de M. Falières, de Libourne..... 551
Le parchemin végétal..... 555
Chapeaux en papier..... 557
Emploi de l'asphalte contre la propagation des incendies..... 558
Cartouches pour éteindre les incendies..... 560
Moyens de sauvetage en cas d'incendie..... 560
Les projectiles explosifs employés pour la pêche à la baleine..... 561

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES.

Séance publique annuelle de l'Académie des sciences. — Éloge de Puisant, par M. Élie de Beaumont. — Récompenses et prix pour l'année 1868..... 563
Séance publique annuelle de l'Académie impériale de médecine..... 573

NÉCROLOGIE SCIENTIFIQUE..... 575

D'Archiac. — Libri. — Bérard. — Fournet. — Grisolle. — Nicklès. — Boullay. — Robinet. — Lefébure de Fourcy. — Rivot. — Kirschleger. — Cailliaud. — Athanase Dupré. — Darondeau. — Alphonse Oudry. — Blatin. — Graham. — Antoine Catullo. — Bonucci. — Eroeckx.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Digitized by Google

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES PRINCIPAUX NOMS D'AUTEURS CITÉS DANS CE VOLUME.

A

Abeille, 498-499.
Abel, 257-259.
Adams, 367-368.
Alcan, 522-524.
Alluard, 37.
Ancelot, 575.
Andant, 419-424, 426-428.
Anderson, 104.
Archer, 81.
Archiac (d'). 575.
Armand, 499-501.
Arnoult, 17.
Arrondeau, 13.
Aurès, 359.

B

Baille, 31.
Bain, 406-411.
Balestrini, 120.
Barbant, 437.
Barlow, 302.
Barral, 81-85.
Beaucandé, 332.
Beckett, 296.
Béclard, 574.
Bélina, 501-503.
Bérard, 577-579.
Bérigny, 567.
Berthelot, 229-230.
Bertin, 540-541.
Bertsh, 147.
Besnier, 575.
Bianchi, 400-402.
Bidard, 434.
Bienner, 396.
Billet, 525.
Blanchard, 139.
Blanchère, 392-398.
Blandet, 292-296.
Blatin, 589.
Bonucci, 591.
Borel, 275.
Borelly, 9, 15, 18, 22, 287.
Botton, 139.
Bouchereau, 453-454.
Bouchut, 490-491.
Boullay, 583.
Bourgeois, 458.
Bourguignon, 437.
Boutet, 296.
Braconnot, 326-327.
Brisse, 91.
Broeckx, 591.
Brown-Sequard, 470.
Brugère, 260-262.
Bryson, 364.
Burel, 300-302, 369.
Burq, 477-481.

Digitized by Google

C

Cabadé, 570.
Cailletet, 158, 228-229.
Cailliaud, 586.
Callon, 543.
Capello, 287.
Carré, 147-148, 234-236.
Caselli, 122.
Cassiano, 480.
Castelhaz, 248.
Catullo, 590.
Cazalis, 369.
Cazin, 283-291.
Champion, 220.
Chapelas, 24, 174-175.
Charmasson, 575.
Charpillon, 568.
Charrier, 128, 561-562.
Chasles, 58-62.
Chatin, 398, 526.
Chavannes, 390-391.
Chevalier, 153-157, 456-462.
Chevreul, 437.
Church, 206.
Cigalla (de), 357.
Clebsch, 568.
Clerk-Maxwell, 539-540.
Cloquet, 397, 398.
Coignet, 384-386.
Coine, 85-87.
Collardeau, 550.
Colomb, 139.
Comoy, 318.
Comte, 14, 167, 172.
Cottard, 575.
Cottrau, 63-71.
Coudreux, 275.
Crooks, 462.
Cross, 221-223.
Cruzel, 167.

D

Damaschino, 575.
Darondeau, 588.
Debray, 229.
Decharme, 198-202.
Delaunay, 415.
Delaurier, 72.
Demance, 540-541.
Demarle, 409.
Demarquay, 488-490.
Demoget, 149.
Denza, 11-12, 164.
Depauw, 366.
Desens, 544.
Désignolle, 248-254.
Devos, 143.
Dieudonné, 89-92.
Donders, 464-465.
Duboué, 575.
Duchemin, 202-204, 223-226.
Ducos du Hauron, 221-223.
Dumas, 46-49, 491.
Du Moncel, 117.
Dumont, 303-315, 462.
Duponchel, 513-515.
Dupont, 366, 374-375.
Dupré (Athanase), 587-588.
Duret, 458.
Duthieul, 476.

E

Ebner, 139.
Élie de Beaumont, 288, 564.
Erco, 389.
Ercolani, 572.

F

Fajole, 575.
Falières, 552-555.
Faraday, 162.
Fauvel, 473-475.
Favre, 571.
Faye, 37, 52, 335-337.
Fayet, 568.
Feltz, 570.
Figuier, 237, 555.
Fix, 125-140.
Fizeau, 163.
Flachat, 558-559.
Fleury, 212.

Digitized by Google

Flint, 570.
Fontaine, 241-246.
Fonvielle, 172.
Forquenot, 72.
Fortune, 402-403.
Fournet, 579-580.
Fraser, 571-572.
Frou, 172.

G

Gallarini, 480.
Galle, 238, 555.
Garnier, 575.
Gaudry, 570.
Gaultier de Claubry, 235.
Gélis, 129.
Gélot, 548-549.
Geoffroy St-Hilaire, 398
Gerbe, 568.
Germain, 516.
Gernez, 229.
Giffard, 92-95.
Gilmore, 399.
Gintrac, 399,
Goppelsroder, 432.
Gosse, 409.
Goubaux, 570.
Goujon, 568.
Gould, 1-3.
Graffield, 162.
Graham, 159, 207-210, 589-590.
Grandidier, 380-381.
Grisolle, 580-581.
Grœff, 315-318.
Grubb, 33.
Guérin-Méneville, 527-528.
Guillemin-Tarayre, 340-343.
Guyot, 438-440.

H

Habel, 345-349.
Hamy, 370.
Hardon, 268, 270, 275.
Haro, 87.
Hart, 388.
Haussmann, 246.
Hautefeuille, 259.
Hayem, 570.
Hebrard, 567.
Hennecart, 385-386.
Hervé-Mangon, 161.
Himes, 5.
Hjaltalin, 164.
Houzeau, 193, 433, 511-513.
Hugueny, 183.
Huggins, 29, 32, 160.
Huss, 480.
Husson, 483-485.

I

Isamberst, 152.

J

Jacobi, 40-46, 54-57.
Jaccoud, 570.
Jamin, 149.
Janssen, 26, 565-566.
Jeannel, 399-400, 431-432.
Joanne, 17.
Joly, 449-453.
Jones (St), 127.
Jouglet, 551.
Jullien, 16.

K

Kirschleger, 584-586.
Klein, 216-217.

L

Lacassagne, 575.
Lacroix, 178.
Lagneau, 416-418.
Lamy, 149-153.
Landrin, 437.
Laporte, 18.
Larcher, 570, 575.
Larrey, 443.

Digitized by Google

Lartigue, 19.
Lassajous, 124.
Lau de Lusignan, 168.
Laurencin, 296.
Laussedat, 10.
Lavalley, 275, 361, 566-567.
Léauthier, 16.
Lechatellier, 72, 508-509.
Lécorché, 88.
Leduc, 522.
Lefèbure de Fourcy, 583.
Leguen, 541.
Legrand du Saulle, 494-495.
Legros, 575.
Lehmann, 529.
Lespès, 572-573.
Lesseps (de), 263-268, 272, 274.
Leveau, 7.
Level, 326-327.
Le Verrier, 2, 59.
Lewinsten, 458.
Lichtenstein, 520.
Libri, 576.
Liebreich, 486-488.
Limousin, 495-498.
Linant-Bey, 263.
Linas, 495-498.
Long, 338-340.
Lortet, 466-469.
Lupton, 362-364.
Luther, 7.

M

Mac-Gregor, 343-345.
Magnan, 453-454.
Mantegazza, 409.
Marès, 521-522.
Margueritte, 158, 231-233.
Marié-Davy, 30.
Marion, 395.
Marmièsse, 326.
Mathieu, 52-53, 543.
Matthiessen, 233.
Médail, 288.
Mène, 530-534.
Meunier, 382
Meyer, 122-123, 142.
Miller, 160.
Millet, 394.
Milne-Edwards, 397.
Mohu, de Christiania, 353.
Montigny, 404.
Morin, 159, 318, 441-449.
Mortillet, 371-373.
Morton, 3, 6.
Mouchot, 74-79.
Mougel-Bey, 263.
Musset, 400.

N

Naudin, 517-520.
Navanzi, 476.
Ney, 144.
Nicklès, 239-241, 581-583.
Niemann, 411.
Niepce de St-Victor, 241.
Noël, 394.
Noisette, 558-559.
Nylander, 572.

O

Ollivier, 354-355.
Oudry (Alphonse), 588.
Owen, 359-360.

P

Pâris, 322-325.
Parnell, 177.
Paul, 177.
Payen, 447.
Peacock, 365.
Pechollier, 480.
Pelouze (Eugène), 213-214.
Personne, 420, 424-426, 429-431, 491.
Petersen, 353.
Philigret, 264.
Pickering, 4.
Planchon, 404, 521.
Planté, 145-146.

Digitized by Google

Plarr, 18.
Plessy (Mathieu), 535-537.
Pluyer, 238.
Pobéguin, 14.
Pogson, 7.
Ponsard, 218-219.
Pontécoulant, 50-52.
Pouillet, 77.
Poumarède, 237, 555.
Presttwich, 365.
Prévost, 575.

Q

Quételet, 167, 171.

R

Rabuteau, 492-493, 571-572.
Raciborski, 570.
Rambosson, 568.
Raoult, 211.
Ravaudé, 375-376.
Rayet, 168-170, 195-198.
Reboux, 370.
Redel, 139.
Reis, 409.
Remond, 124.
Revoil, 79-81.
Reynaud, 178-181.
Richard, 303-315, 373-374.
Riche, 219-220.
Rivas, 534.
Rivot, 584.
Robin, 469-471.
Robinet, 583.
Rogatis, 480.
Ross, 139.
Roubaud, 575.
Roussaune, 9.
Rousseau, 251, 435-436.

S

Sainte-Claire Deville, 89-92, 152, 159, 170-171, 259.
Sarony, 538.
Saussure (de), 193-195.
Sauvage, 89.
Schonbein, 193.
Schultz, 128.
Schuster, 157-158.
Schwalk, 409.
Scoby, 366.
Scoffern, 237.
Secchi, 27-29, 160.
Sénéchal, 14.
Shaw, 139.
Siebold, 403.
Silbermann, 19, 22-23.
Simplice, 504-505.
Sismonda, 288.
Smyth, 364.
Soleil, 163.
Sommeillier, 290.
Sonrel, 165-166.
Sorby, 206.
Soubeiran, 386-387.
Sourdeval, 233.
Sparre, 334.
Sthomann, 529.
Stieren, 463.
Storrer, 333-334.
Stromezer, 482.
Struve, 192-193.
Susini, 570.
Svanberg, 207.

T

Tardieu, 433-436.
Tellier, 547-549.
Tempel, 7.
Tholozan, 476.
Thomson, 110-111.
Tourdes, 182-183.
Tournal, 15.
Tremeschini, 8-9.
Troost, 159.
Tschudy, 408.
Tyndall, 184-190

U

Unanué, 409.
Upham, 471.

Digitized by Google

V

Vaillant, 181.
Vançon, 395.
Varley, 109, 117-119.
Vernois, 478-481.
Vignier, 571.
Villarceau, 2.
Villemin, 569-570.
Volpicelli, 30.
Vougy (de), 141-143, 172.

W

Warren de la Rue, 238, 555.
Warthmann, 204-205.
Watson, 7.
Weber, 516.
Welter, 247.
Winnecke, 6.
Witehouse, 108.
Wolf, 24.
Woodbury, 226-228.
Woodward, 364.
Wright, 233.

Y

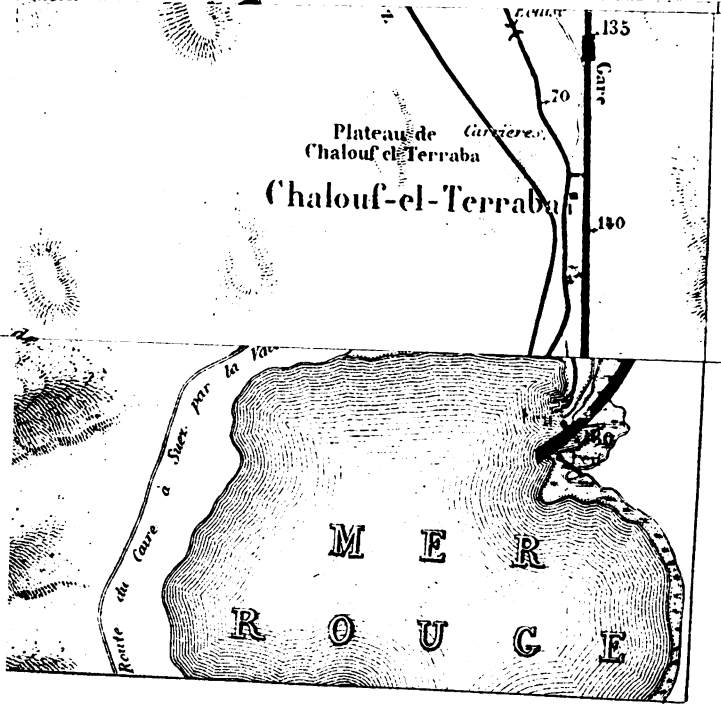
Young, 4.

Z

Zandyck, 172.
Zentmayer, 5.

FIN DE L'INDEX ALPHABÉTIQUE

Digitized by Google


135
Caire
70
Plateau de Carrières
Chalouf el Terraba
Chalouf-el-Terraba
140
Route du Caire à Suez par la Val
M E R
R O U G E

Digitized by Google

11063 — IMPRIMERIE GÉNÉRALE DE CH. LAHURE
Rue de Fleurus, 9, à Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google